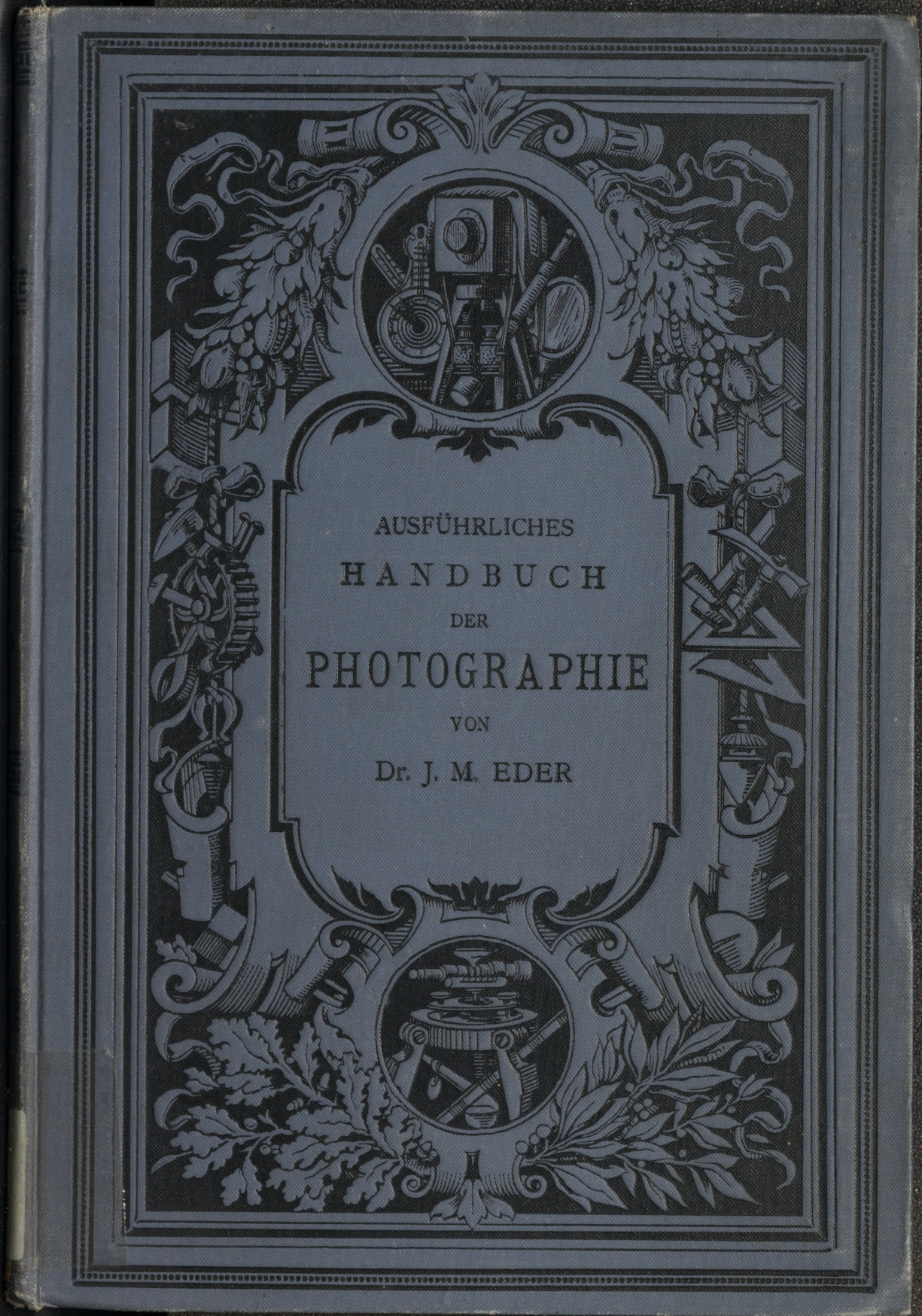


AUSFÜHRLICHES

# HANDBUCH

DER

# PHOTOGRAPHIE

VON

Dr. J. M. EDER

C1 B1 A1 C2 B2 A2 B5 A5 20 18 17 16 11
Patch Reference numbers on UTT
Image Engineering Scan Reference Chart TE263 Serial No. 200
10 09 03 02 01 C7 B7 A7 C8 B8 A8 C9 B9
the scale towards document

Bibliothek des Chemischen
Staats-Laboratoriums in Hamburg.

Abt. Z No. 7

Lf 1/7

Verlag von Wilhelm Knapp in Halle a. S.

# Ausführliches Handbuch der Photographie

von Regierungsrath **Dr. Josef Maria Eder,**
Director der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien, Professor an der technischen Hochschule in Wien etc.

**Band I, erste Hälfte,** oder Heft 1—3. **2. Auflage.** — 1892. — Preis Mk. 12,—.

Heft 1. **Geschichte der Photochemie und Photographie.** Mit 2 Holzschnitten und 4 Heliogravuren. Preis Mk. 3,60.

Heft 2. **Chemische Wirkungen des Lichtes, Photochemie.** Mit 127 Holzschnitten. Preis Mk. 5,—.

Heft 3. **Photographie bei künstlichem Lichte. Photometer und Expositionsmesser.** Mit 80 Holzschn. und 6 Tafeln. Preis Mk. 3,40.

**Band I, zweite Hälfte,** oder Heft 4 u. 5. **2. Auflage.** — 1893. — Preis Mk. 16,—.

Heft 4. **Die photographischen Objective, ihre Eigenschaften und Prüfung.** Mit 197 Holzschn. u. 3 Heliogr. Preis Mk. 6,—.

Heft 5. **Die photographische Camera und die Momentapparate.** Mit 629 Holzschnitten und 3 Tafeln. Preis Mk. 10,—.

**Ergänzungsband. 2. Auflage. Das Atelier und Laboratorium des Photographen.** Mit 325 Holzschn. 1893. Preis Mk. 4,—.

**Band II,** oder Heft 6—8. — **2. Auflage.** — Unter der Presse.

Heft 6. **Einleitung in die Negativverfahren und die Daguerreotypie, Talbotypie und Niepçotypie.**

Heft 7. **Das nasse Collodionverfahren, die Ferrotypie und verwandte Processe.**

Heft 8. **Die Collodion-Emulsion mit Brom- und Chlorsilber und Bad-Collodion-Trockenverfahren.**

**Band III,** oder Heft 9—11. — Preis Mk. 10,—.

**Die Photographie mit Bromsilber-Gelatine und Chlorsilber-Gelatine.** Mit 206 Holzschn. (Vierte, völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage von des Verfassers »Theorie und Praxis der Photographie mit Bromsilber-Gelatine«.) 1890.

**Band IV** wird fortgesetzt.

Heft 12. **Die photographischen Copirverfahren mit Silbersalzen (Positiv-Process) auf Salz-, Stärke- und Albumin-Papier** etc. Mit 93 Holzschn. 1887. Preis Mk. 4,—.

Heft 13. **Die Lichtpausverfahren, die Platinotypie und verschiedene Copirverfahren ohne Silbersalze. (Cyanotypie, Tintenbilder, Einstaubverfahren, Urancopien, Anthrakotypie, Negrographie** etc. Mit 14 Holzschnitten. 1888. Preis Mk. 3,—.

Verlag von Wilhelm Knapp in Halle a. S.

# Jahrbuch

für

# Photographie u. Reproductionstechnik.

Unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner

herausgegeben von

Regierungsrath **Dr. Josef Maria Eder,**

Director der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien, Professor an der technischen Hochschule in Wien etc.

Dritter Jahrgang.

**1889.**

Mit 124 Holzschn. und Zinkotypien im Texte.
Hierzu: Eine Mappe mit 50 artistischen Tafeln
Preis broch. 8 Mk.

Vierter Jahrgang.

**1890.**

Mit 78 Holzschnitten und Zinkotypien im Texte und 20 artist. Tafeln.
Preis broch. 6 Mk.

Fünfter Jahrgang.

**1891.**

Mit 117 Holzschnitten und Zinkotypien im Texte und 23 artist. Tafeln.
Preis broch. 8 Mk.

Sechster Jahrgang.

**1892.**

Mit 106 Holzschnitten und Zinkotypien im Texte und 34 artist. Tafeln.
Preis broch. 8 Mk.

Siebenter Jahrgang.

**1893.**

Mit 145 Holzschnitten und Zinkotypien im Texte und 34 artist. Tafeln.
Preis broch. 8 Mk.

Achter Jahrgang.

**1894.**

Mit 147 Holzschnitten und Zinkotypien im Texte und 34 artist. Tafeln.
Preis broch. 8 Mk.

Neunter Jahrgang.

**1895.**

Mit 162 Holzschnitten und Zinkotypien im Texte und 25 artist. Tafeln.
Preis broch. 8 Mk.

# Ausführliches Handbuch

der

# PHOTOGRAPHIE

von

Regierungsrath Dr. **Josef Maria Eder,**

kaiserlich königlicher Director der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien, k.k. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien, Mitglied der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch deutschen Akademie der Naturforscher, Ehrenmitglied, der Association Belge de Photographie, des Vereins zur Förderung der Photographie in Berlin des Photographischen Vereines in Berlin, in Wien, in Frankfurt a. M., der Photographic Society of Great Britain, des Photographic Club in London, der London and Provinzial Photographic Association, der deutschen Gesellschaft von Freunden der Photographie in Berlin, des Vereines photographischer Mitarbeiter in Wien, des Club der Amateurphotographen in Graz, der Société Photographique du Sud-Ouest in Angoulême, der Society of Amateur Photographers of New-York, dem Dansk Photographick Forening in Kopenhagen, Inhaber der Goldenen Medaille der Photographischen Gesellschaft in Wien, der Erzherzogin Maria Theresia-Medaille, der gold. Daguerre-Medaille des Club der Amateur-Photographen in Wien, des ersten Preises bei der Internationalen Photographischen Ausstellung in Wien etc.

---

Mit etwa 2000 Holzschnitten und 19 Tafeln.

**Zweite gänzlich umgearbeitete und sehr vermehrte Auflage.**

---

**Sechstes Heft.**

(Zweiten Bandes erstes Heft.)

**Halle a. S.**

Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.

1895.

# Einleitung

in die

# Negativ-Verfahren

und die

# Daguerreotypie, Talbotypie und Niepçotypie

von

Regierungsrath Dr. **Josef Maria Eder,**

k. k. Director der Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren in Wien,
Professor an der k. k. technischen Hochschule etc.

---

**Mit 84 Holzschnitten.**

---

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

**Halle a. S.**
Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.
1895.

Lf 1/7

CHEMISCHES STAATS-LABORATORIUM in HAMBURG

Alle Rechte vorbehalten.

Bibliothek des Chemischen
Staats-Laboratoriums in Hamburg.

Abt. 77

SWK: Probl. gesch.
Photographie

# Inhalt des sechsten Heftes.

## Einleitung in die Negativ-Verfahren und die Daguerreotypie, Talbotypie und Niepçotypie.


Erstes Capitel.

Seite

Allgemeines über latente Lichtbilder mit Entwickelung und die richtige Wiedergabe der Schatten-Gradation . . . . . 1

Ueber den Spielraum in der Belichtungszeit. — Absolute Sensitometrie von photographischen Platten. S. 8. — Einfluss der Entwickelungsmethode auf den Spielraum in der Belichtungszeit. S. 25. — Ueber Abweichungen von der Regel, dass die Stärke der photographischen Wirkung gleich dem Producte von Belichtungsdauer und Lichtintensität ist. S. 25. — Ueber den Zusammenhang der photographischen Schwärzung mit der Intensität der Lichtwirkung. S. 27.

Zweites Capitel.

Theorie der Entwickelung des latenten Bildes und der Sensibilisatoren . . . . . 28

Die Entstehung des latenten Bildes ist ein mikrochemischer Process. S. 28. — Eintheilung der Entwickelungs-Methoden in chemische und physikalische. S. 29. — Chemische Zersetzung, welche das Entstehen eines latenten Lichtbildes verursacht. Chemische und optische Sensibilisatoren. S. 31. — Physikalische Ursachen, welche das Entstehen eines entwickelungsfähigen latenten Bildes bewirken. Druck-Bilder. S. 40.

Drittes Capitel.

Vorgänge während der Entwickelung und mikroskopische Messungen an Negativen . . . . . 45

Wirkungsweise des Entwicklers. S. 45. — Seitliche Ausdehnung der Reduction während der Entwickelung. S. 47. — Verziehung der photographischen Schicht und diesbezügliche mikroskopische Messungen. S. 48. — Feinheit des Kornes bei verschiedenen Entwickelungsprocessen. S. 51. — Anzahl der Silber-Partikeln in Negativen. S. 54.

Viertes Capitel.

Uebersicht über die Methoden zu der Entwickelung des Bildes und die relative Lichtempfindlichkeit verschiedener Processe . . . 55

Physikalische Entwickelung mit Dämpfen. S. 55. — Physikalische Entwickelung mit Flüssigkeiten. S. 56. — Chemische Entwickelung. S. 59. — Entwickelung mit Glycosiden. S. 62. — Entwickelung mit Zuckerarten. S. 63. — Entwickelung mit Eisensalzen S. 64. — Entwickelung durch Säuren. S. 65. — Entwickelung durch Harze. S. 66. — Entwickelung durch ätherische Oele, S. 66. — Entwickelung durch Basen. S. 66. — Entwickelung durch Kupferoxydul-Ammoniak. S. 66. — Entwickelung mit verschiedenen anderen Substanzen. S. 67. — Pyrogallol und verschiedene Silbersalze. S. 68. — Relative Empfindlichkeit verschiedener Processe. S. 69.

## Fünftes Capitel.

Seite

Solarisation und Umkehrung des Bildes während der Entwickelung 72
Eigentliche Solarisation. S. 72. — Theorie der Solarisations-Erscheinungen. S. 76. — Mehrfache Wiederholung der Solarisations-Erscheinungen bei verlängerter Belichtung. S. 78. — Anwendung der Solarisations-Erscheinungen zur Herstellung directer Positive in der Camera. S. 79. — Umkehrungen des Bildes, welche der Solarisation ähnlich sind. S. 80.

## Sechstes Capitel.

Das Zurückgehen des latenten Bildes . . . . . 84

## Siebentes Capitel.

Irradiation und seitliche Extension des Lichtbildes . . . . . 90
Die häufigste Art von Lichthöfen entsteht durch Reflexion eines Theiles des einfallenden Lichtes von der Rückseite der empfindlich gemachten Glasplatte. S. 91. — Einfluss verschiedener photographischer Processe auf das Auftreten von Lichthöfen. S. 98. — Mittel zur Vermeidung der Lichthöfe. S. 99. — Specialsorten von Emulsionsplatten mit dicken mehrfachen Schichten, welche keine Lichthöfe geben. S. 102. — Verwendung von gefärbten Emulsionsschichten zur Vermeidung von Lichthöfen. S. 103. — Beseitigung von Lichthöfen durch passende Entwickelungsart. S. 105. — Lichthöfe, welche durch seitliche Lichtzerstreuung, theils durch die Objective, theils durch Molecular-Irradiation erzeugt wurden. S. 105.

## Achtes Capitel.

Die Daguerreotypie . . . . . 109
Zur Theorie des Daguerreotyp-Verfahrens. S. 109. — Die Ausübung des Daguerreotyp-Verfahrens. S. 113. — Wahl der Metallplatten und Reinigung derselben. S. 113. — Umbiegen der Platten. S. 114. — Putzen und Poliren der Platten. S. 114. — Das Jodiren der Platten. S. 116. — Exposition. S. 120. — Entwickelung des Bildes. S. 120. — Das Fixiren. S. 122. — Das Vergolden. S. 122. — Coloriren der Daguerreotypen. S. 123. — Wieder-Auffrischung alter Daguerreotypen. S. 123. — Reproduction und Uebertragen von Daguerreotypen. S. 124. — Daguerreotypen auf Papier. S. 125.

## Neuntes Capitel.

Die Negativ-Photographie auf Papier oder Talbotypie . . . . . 126
Die Calotypie auf gewöhnlichem Papier. S. 126. — Die Photographie auf Wachspapier. S. 132. — Modificationen des Wachspapier-Processes. S. 143. — Process für alkalische Pyro- oder Eisenoxalat-Entwickler. S. 144. — Anwendung des Calotyp-Processes zu Vergrösserungen. S. 144. — Papier-Negative für Vergrösserungen und Reproduction von Matrizen ohne Entwickelung. S. 145. — Negativ-Papier mit Collodion überzogen. S. 145. — Papier mit Gelatine-Emulsion überzogen. S. 146.

## Zehntes Capitel.

Die Niepçotypie oder Photographie auf Eiweiss etc. . . . . 147
Allgemeines über die Photographie auf Stärke, Eiweiss, Leim etc. S. 148. — Practische Ausführung der Photographie auf Albumin. S. 150 — Verwendung des Eiweissprocesses zur Herstellung von Diapositiven. S. 161.

# Einleitung in die Negativ-Verfahren und die Daguerreotypie, Talbotypie und Niepçotypie.

„Daguerre hat eigenthümliche Schirme erfunden, auf welchen das optische Bild der Camera obscura einen vollkommenen Abdruck hinterlässt; Schirme, worauf Alles, was im Bilde zu sehen war, bis in die kleinsten Details mit unglaublicher Genauigkeit und Schärfe sich darstellt . . . , mit einem Worte, in der Camera obscura Daguerre's stellt das Licht selbst die Formen und Verhältnisse der äusseren Gegenstände mit mathematischer Genauigkeit dar . . . Seine Bilder können, wenn sie fertig sind, dem vollen Sonnenlichte ausgesetzt werden, ohne eine Veränderung zu erleiden."

*D. F. Arago.*

(Arago's Erster Bericht über die Daguerreotypie vom 7. Januar 1839 vor der Academie der Wissenschaften. Arago's Sämmtliche Werke Bd. 7, S. 376.)

„Legt man ein empfindliches Papier in die Camera obscura . . . , so bemerkt man keinen Lichteindruck, nicht einmal eine schwache Spur eines Bildes. Aber das Bild existirt schon in aller seiner Vollkommenheit, jedoch in einem Zustande völliger Unsichtbarkeit. Durch leichte Processe kann man das Bild wie durch Zauberei sichtbar machen. Es ist wohl die merkwürdigste Sache, welche man sehen kann und als ich sie zum ersten Male sah, war ich höchst überrascht . . . . Man kann das Bild in seinem unsichtbaren Zustande während eines Monates und vielleicht noch länger aufbewahren und am Ende der Zeit mit derselben Leichtigkeit wieder zum Erscheinen bringen.

*W. H. F. Talbot.*

(Brief Talbot's an Biot für die französische Academie der Wissensch. vom 17. Januar 1841. Comptes rendus. 1841. Bd. 12, S. 226.)

„Was die Ueberlegenheit der Negative auf Glas über jene auf Papier anbelangt, so ist dieselbe, wie ich glaube, in jeder Beziehung unzweifelhaft."

*Niepce de Saint-Victor.*

(Comptes rendus. 1848. Bd. 26, S. 639.)

## ERSTES CAPITEL.

# ALLGEMEINES ÜBER LATENTE LICHTBILDER MIT ENTWICKELUNG UND DIE RICHTIGE WIEDERGABE DER SCHATTEN-GRADATION.

Wirkt das Bild eines weiss und schwarzen Gegenstandes in der Camera obscura auf eine empfindliche Silberverbindung, so schwärzen die von den weissen Stellen ausgehenden Strahlen nach langer Einwirkung dieselbe; die den schwarzen Stellen entsprechenden Partien bleiben weiss. Weiss und Schwarz erscheint demnach im photographischen Bilde umgekehrt; das photographische Bild heisst dann ein „negatives Bild", „ein Negativ", „negative Matrize" oder „Matrize" schlechtweg, welcher letztere Ausdruck ursprünglich von Gutenberg und Fust um das Jahr 1540 für Buchdruck-Clichés oder -Holztafeln gebraucht wurde [1]).

Fig. 1 zeigt das Bild eines schwarzen Kreuzes auf weissem Grunde; Fig. 2 das entsprechende Negativ.

Fig. 1. Positiv.

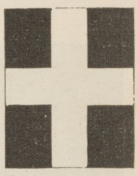


Fig. 2. Negativ.

Bei fast allen photographischen Processen, bei welchen „Entwickler" benutzt werden, entstehen negative Bilder; werden sie auf Glas oder Papier etc. in der Camera hergestellt, so können die Negative auf empfindliche Papiere copirt werden, wobei dann ein Positiv entsteht. Manche Processe, z. B. die Daguerreotypie, Ferrotypie geben directe Positive in der Camera.

In beiden Fällen sollen nicht nur Schwarz und Weiss, sondern alle Halbschatten wiedergegeben werden.

In Fig. 3 ist ein Bild gegeben; Fig. 4 zeigt das dazugehörige Negativ. Licht und Schatten soll bei letzterem so vertheilt sein, dass ein davon genommenes Positiv dem Original möglichst nahe kommt.

Lange bevor die Silbersalze sichtbar verändert („geschwärzt") sind, ist eine Zersetzung derselben durch das Licht eingetreten, welche durch manche Agentien sichtbar gemacht werden kann.

Diese Eigenschaft zeigen nicht nur viele Silbersalze, sondern auch einige Kupfer-, Quecksilbersalze etc. (s. Bd. I, Erste Abth., S. 161 und 172).

1) Kiesewetter, Geschichte der Buchdruckerkunst. 1840. S. 23.

Sie verändern sich nach kurzer Lichtwirkung derart, dass sie bei Behandlung mit gewissen Substanzen, sog. „Entwicklern“ oder „Hervorrufern“, allmählich ein deutlich hervortretendes Bild des Lichtdruckes geben. Diesen Vorgang nennt man das Entwickeln oder Hervorrufen des Bildes.

Fig 3. Positives Bild.

Fig. 4. Negatives Bild.

Das durch die ursprüngliche Lichtwirkung erhaltene Lichtbild kann sehr schwach und wenig sichtbar oder nach sehr kurzer Einwirkung des Lichtes sogar gänzlich unsichtbar sein. In letzterem Falle spricht man von einem „unsichtbaren oder latenten Lichtbild“. Erst durch „Entwickler“ oder „Hervorrufer“ wird es sichtbar.

Durch die Entdeckung der Entwicklungsfähigkeit des nach kurzer Exposition erhaltenen unsichtbaren Lichtbildes durch Daguerre (s. Geschichtliches in Bd. I., S. 140) erlangte die Photographie die grosse practische Bedeutung, welche ihr heute zukommt.

Die Eigenschaft gewisser belichteter Silbersalze in „Entwicklern“ eine Färbung (Schwärzung) zu erleiden nennt Vogel (seit 1863) die „photographische Veränderung“, „photographische Färbung“ resp. „photographische Empfindlichkeit“ [1]). Die durch Licht allein bewirkte Färbung nennt er „photochemische“.

1) Vergl. Vogel, Phot. Archiv. 1863. S. 267; aus Poggend. Annal. Vogel's Lehrbuch d Phot. 1878. S. 70.

Diese photographische Färbung steht nun merkwürdigerweise in keiner Beziehung zur photochemischen. Chlorsilber färbt sich photochemisch am dunkelsten, Jodsilber am hellsten. Im Entwickler, d. h. in der mit Eisenvitriol gemischten Silberlösung ist es umgekehrt; hier färbt sich Jodsilber am intensivsten, Chlorsilber am schwächsten.

Wie bereits im I. Bande (Erste Abth., S. 296) dieses Werkes erwähnt wurde, nennt man die Wiedergabe der Abtönungen zwischen Licht und Schatten: die „Gradation". Wird das Verhältniss der Beleuchtung harmonisch wiedergegeben, so sagt man: die „Gradation" ist eine gute.

Aber selbst wenn photographische Negative eine erfahrungsgemäss gute Gradation aufweisen und im künstlerischen Sinne die Vertheilung zwischen Licht und Schatten des Originals entsprechend wiedergegeben ist, so steht die Intensität des einwirkenden Lichtes in keinem geraden Verhältnisse mit der Undurchsichtigkeit des entwickelten photographischen Bildes.

Diese Umstände sind bereits im I. Bande (Erste Abth., S. 296) erwähnt.

Neuere Untersuchungen von Abney[1]), Elder[2]), Hurter und Driffield[3]) und Michalke[4]) stellten dies genauer fest.

Der Zusammenhang zwischen Expositionsdauer und Intensität des einwirkenden Lichtes einerseits mit der Dichtigkeit des photographisch entwickelten Lichtbildes lässt sich in mathematische Beziehungen bringen.

Für die Praxis kann man annehmen, dass innerhalb der Grenzen der üblichen Belichtung, das Product aus Lichtintensität ($J$) und der Wirkungsdauer ($T$) bei denselben Platten dieselbe photographische Wirkung zeigt, oder dass der photographische Effect der Exposition ($E$) $= J \times T$ ist (sog. „photographische Reciprocitäts-Regel"). Bei schwachem Lichte tritt jedoch eine Abweichung ein, indem hierbei eine verhältnissmässig grössere Expositionszeit erforderlich ist[5]), weshalb diese Regel für den photographischen Negativprocess bei grösseren Schwankungen der Lichtintensität nur approximativ gilt und auf keine exakte Gültigkeit Anspruch machen kann (über die Gültigkeit der Regel für directe photochemische Schwärzung s. Bd. I, Abth. I, S. 385).

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. f. 1894. S. 23.

2) a. a. O. S. 36.

3) a. a. O. S. 157.

4) Photogr. Mitth. 1890. S. 262.

5) Diese Abweichungen wurden zuerst von Michalke durch Sensitometer-Versuche genauer festgestellt (Phot. Mitth. 1890. S. 262; 1894. Bd. 31, S. 53). Z. B. muss man bei 4 mal schwächerem Lichte (Lampenlicht) nicht 4 mal, sondern 4,8 mal länger exponiren, um bei Bromsilberplatten mit Entwickelung dieselbe Schwärzung hervorzubringen; bei 16 mal schwächerem Lichte nicht 16 mal, sondern 20 mal länger und bei 25 mal schwächerem Lichte nicht 25 mal, sondern 32 mal. Jedoch machen sich nicht bei allen Plattensorten diese Abweichungen in demselben Grade bemerkbar, sondern mitunter sind sie wesentlich geringer.

Die Grenze, innerhalb welcher diese Regel gilt, wurde von Dr. Miethe[1]) genauer festgestellt. Setzen wir die Lichtmenge, welche einen eben sichtbaren Anfangseindruck auf eine Platte macht[2]) = 1, so schwärzen sich die photographischen Trockenplatten (mit Entwickelung) bei steigender Exposition zu einem Maximum; dieses Maximum liegt etwa bei Lichtwirkung = 1000; darüber hinaus nimmt die Intensität bei weiterer Belichtung wieder ab[3]). Dr. Miethe zeigte ferner, dass bei sehr schwachem Lichte, welches sich der Intensität 1 nähert, die Reciprocitätsregel nicht mehr richtig ist, indem sich keine Abstufungen in der Transparenz mehr ergaben. Wenn aber die angewendete Lichtmenge 4 oder $4^1/_2$ mal so gross war, als nöthig ist, um eben eine sichtbare Anfangswirkung zu erzielen, so erwiesen sich die photographischen Wirkungen von Lichtstärke und Zeit als gleich und diese Regel gilt bis zur 1000fachen Lichtmenge. — Nach den Untersuchungen Michalke's (s. o.), sowie Abney's (s. S. 26) ist die Grenze der Licht-Intensitäten, innerhalb welcher Abweichungen von der Reciprocitäts-Regel eintreten, eine engere, als Miethe annimmt. (Ueber andere Abweichungen von dieser Regel s. S. 25.)

Ueber die Wirkung der Exposition auf die Transparenz (resp. Dichte) der photographischen Bilder (Entwickelungsbilder auf Bromsilbergelatine) liegen mehrere Formeln vor[4]), aus welchen hervorgeht, dass die letztere eine Function des Logarithmus der Exposition ist. (Eine Ausnahme machen die Perioden der sehr kurzen Belichtung, s. Bd. I, Erste Abth., S. 308.)

Der Zeit nach war die erste dieser Formeln die von Capitän Abney in der Versammlung des „Camera-Club" im März 1889 vorgeschlagene, welche unter dem Namen „Fehlergesetz"-Formel bekannt geworden ist[5]). Nach derselben ist, wenn $T$ die nach dem Entwickeln bemerkbare Transparenz für irgend einen Punkt der Platte bezeichnet, welchem eine Exposition $J$ zu Theil geworden ist, $T = Ae^{-k(\log J)^2}$,
wo $A$ und $k$ constante Grössen sind, welche von der Natur der Platte und der Methode und Zeitdauer der Entwickelung abhängig sind. Diese Formel liefert, wenn man ihre Resultate auf quadratisch liniirtes Papier einträgt, eine Curve, welche derjenigen überraschend sich anschliesst, welche man bekommt, wenn die Transparenzen einer Platte, gemessen nach den Logarithmen der Exposition, eingetragen werden. Die zweite Formel ist diejenige, welche Hurter und Driffield in ihrer Arbeit der „Society of Chemical Industry" im Mai 1890 vorgelegt haben.

---

1) Miethe, Zur Aktinometrie astronomischer Fixsternbahnen, Inaugural-Dissertation. Göttingen. 1889.

2) Vergl. Bd. I, Erste Hälfte, S. 292.

3) Abney stellte (1893 und 1894) eine Reihe derartiger Versuche an und kam zu dem Ergebnisse, dass jede Plattensorte bei einer gewissen (von der Qualität, resp. Empfindlichkeit der Platte abhängigen) Lichtwirkung die höchste Dichte beim Entwickeln zeigt.

4) Wir folgen hier der Abhandlung von Elder (Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1894. S. 23).

5) Phot. News. 1889. S. 218.

Die ersterwähnte Formel wurde veröffentlicht als eine Ableitung von Versuchen, die Transparenz von Platten zu messen, die einem Licht von bestimmter Intensität ausgesetzt und dann entwickelt worden waren; sie ist deshalb auch bloss als eine erste Annäherungsformel an das Gesetz, welches die Wirkung des Lichtes auf eine Platte reagirt, zu betrachten.

Die zweite Formel ist dagegen mittels mathematischer Analyse unter gewissen Annahmen, die ihre Entdecker über den wirklich auf eine Platte zur Wirkung gelangenden Theil des Lichtes machten, abgeleitet. Sie wurde in einer Form gegeben, die sie zur Anwendung fast ganz unbrauchbar machte, so dass zum Zweck der Berechnung die Urheber der Formel sich veranlasst sahen, noch eine andere, zugegebener Massen als Annäherungsformel zu betrachtende Formel

$$T = Ae^{-k \log J}$$

aufzustellen, in welcher $T$ und $J$ dieselbe Bedeutung, wie oben angegeben, haben, $A$ und $k$ dagegen Constanten sind. Diese Gleichung hat jedoch nur Gültigkeit, wenn $J$ weder sehr klein noch sehr gross ist.

Eine andere Form der Hurter- und Driffield'schen Annäherungsformel, welche bequem zu verwenden ist, empfiehlt Abney[1]) zur Berechnung der Dichte der photographischen Platten, nämlich:

$$D = y \log \frac{Jt}{i},$$

wobei $D$ die Dichtigkeit, $J$ die Intensität, $t$ die Expositionsdauer, $i$ das Beharrungsvermögen (s. unten) der Platte, während $y$ eine Constante ist.

Tabelle I.

| Expositionszeit | Hurter und Driffield | | | | Abney | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Beobachtete Dichtigkeit | Berechnete Dichtigkeit | Gemessene Transparenz | Berechnete Transparenz | Berechnete Transparenz | Berechnete Dichtigkeit |
| 1 | 0,060 | 0,092 | 85,2 | 80,2 | 87 | 0,060 |
| 2 | 0,160 | 0,172 | 69,2 | 67,2 | 69,2 | 0,161 |
| 4 | 0,340 | 0,302 | 45,8 | 49,8 | 49,3 | 0,302 |
| 8 | 0,500 | 0,482 | 31,6 | 32,6 | 31,5 | 0,501 |
| 16 | 0,715 | 0,735 | 19,3 | 18 | 18,1 | 0,742 |
| 32 | 0,940 | 1,050 | 11,5 | 8,9 | 9,3 | 1,032 |
| 64 | 1,345 | 1,405 | 4,51 | 3,94 | 4,51 | 1,345 |
| 128 | 1,875 | 1,800 | 1,33 | 1,58 | 1,77 | 1,752 |
| 256 | 2,290 | 2,165 | 0,51 | 0,68 | 0,65 | 2,173 |
| 512 | 2,535 | 2,518 | 0,29 | 0,30 | 0,22 | 2,657 |
| 1024 | 2,985 | 2,860 | 0,10 | 0,14 | 0,07 | 3,154 |
| 2048 | 3,115 | 3,138 | — | — | — | — |
| 4096 | 3,280 | 3,328 | — | — | — | — |
| 8192 | 3,405 | 3,405 | — | — | — | — |

1) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1894. S. 39.

Abney zeigt, dass sowohl seine, als die Hurter-Driffield'sche Annäherungsformel mit der Praxis eine gute Uebereinstimmung aufweisen und führt unter Anderem die Tabellen I und II (für Bromsilbergelatine) an.

Tabelle II.

| Exposition | Platte I. | | Platte II. | |
|---|---|---|---|---|
| | Gemessene Transparenz | Berechnete Transparenz | Gemessene Transparenz | Berechnete Transparenz |
| Unexponirte Schicht | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2″ | 90 | 89,7 | 98 | 97,5 |
| 4″ | 72 | 72,8 | 92,5 | 91,8 |
| 8″ | 51 | 51,5 | 84,5 | 84,4 |
| 16″ | 31 | 31,7 | 74,5 | 75,2 |
| 32″ | 17,5 | 18,2 | 64 | 64,6 |
| 64″ | 9 | 8,7 | 53 | 54,9 |
| 128″ | 5,5 | 3,7 | 45 | 44,7 |

Für nasse Collodionplatten und Chlorsilbergelatineplatten mit Entwickelung gibt Abney folgendes Beispiel des Zusammenhanges zwischen Belichtungszeit und Transparenz:

Tabelle III.

| Exposition | nasse Collodionplatte | | Chlorsilbergelatine-Diapositivplatte | |
|---|---|---|---|---|
| | Gemessene Transparenz | Berechnete Transparenz | Gemessene Transparenz | Berechnete Transparenz |
| Unexponirte Schicht | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 32 | — | — | 92 | 91,5 |
| 64 | 93,5 | 94,2 | 70 | 70 |
| 128 | 75,2 | 75,2 | 45,7 | 44,8 |
| 256 | 49,3 | 50,4 | 24 | 24,0 |
| 512 | 26,0 | 26,4 | 9,6 | 9,8 |
| 1024 | 12,4 | 12,0 | — | — |
| — | — | $y = 0{,}04$ | — | $y = 0{,}0387$ |

Die Gradation einer Platte lässt sich am besten durch eine Curve ausdrücken, welche Hurter und Driffield[1]) die „charakteristische Curve" der Platte nennen.

Wir wollen in Folgendem die Methode erläutern, mittels deren man (nach Hurter's und Driffield's Vorgange) diese Curven erhält. Das

1) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1894. S. 159.

Diagramm, Fig. 5, zeigt die charakteristischen Curven von zwei Plattensorten, welche wir mit *A* und *B* bezeichnen wollen.

Die Belichtungsintensität ist durch Secunden-Meter-Kerzen (*SMK*) ausgedrückt[1]), das Beharrungsvermögen wird durch die Wirkung von *SMK*, welche zum ersten photographischen Eindruck nothwendig sind, angegeben (vergl. S. 26). Construirt man diese Curven, nachdem man die Transparenz des Silberniederschlages für die jeweiligen Expositionen gemessen und eingetragen hat, so tritt sofort ein charakteristischer Unterschied zwischen diesen beiden Platten zu Tage. Während die der Platte *A* zugehörige Curve von der Exposition 0,625 *SMK* bis zu 80 *SMK*, nahezu in gerader Richtung fortlaufend aufsteigt, liefert die Platte *B* eine Curve,

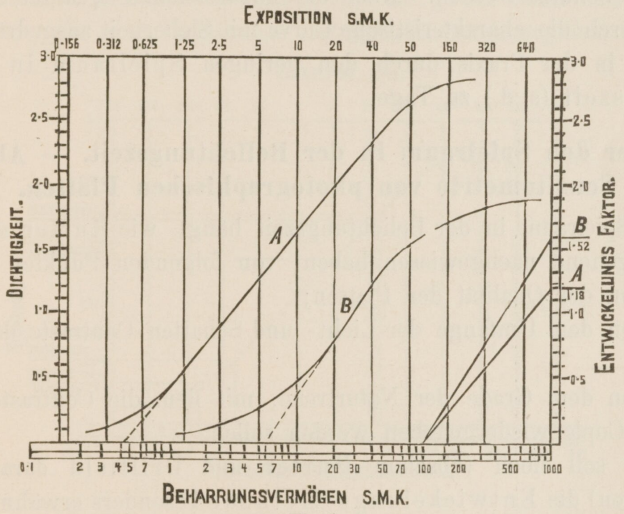


Fig. 5.

in der sich kaum irgend ein gerades Stück findet. Hurter und Driffield haben gezeigt, dass, wenn eine Platte die Contraste eines Gegenstandes naturgetreu wiedergeben soll, sie das nur zu leisten vermag, wenn ihre charakteristische Curve ein vollkommen gerades Stück aufweist; je länger dieses gerade Stück ist, desto grösser ist der Spielraum der Exposition für die Platte. Die Platte *A* würde einen Gegenstand mit Contrasten von 1:20 mit einem hohen Grad der Naturtreue wiedergeben, mögen auch die Expositionen von 0,625:4 oder von 1:6 wechseln. Wenn man auf mehrere Platten mehrere Expositionen, die von 1:6 aufsteigen, anwendete, so würde man Negative von sehr verschiedenem Aussehen bekommen, die jedoch identische Copien liefern würden, wenn

1) d. i. die Wirkung einer Normalkerze in einem Abstande von 1 Meter während 1 Secunde.

man sie entsprechend entwickeln würde. Trotzdem wird der Berufsphotograph stets nur eines dieser Negative als das auf alle Fälle für ihn beste aussondern und alle anderen beiseite legen; denn nach Hurter's und Driffield's Ausführungen gibt es nur eine einzige Expositionszeit, welche eine naturgetreue Abbildung des Gegenstandes mit Minimal-Dichtigkeit liefert.

Platte *R* unseres Beispieles wird niemals eine richtige Copie irgend eines Gegenstandes liefern. Solche Platten würden keinen Absatz und keine Verwendung finden, wenn das menschliche Auge einigermassen imstande wäre, photographische Unrichtigkeiten der Copien zu entdecken. Diesem Mangel des Auges ist es zuzuschreiben, wenn solche Platten überhaupt benutzt werden. Aber die unzureichende Qualität der Platte welche durch die charakteristische Curve mit Sicherheit ausgedrückt wird, tritt auch in der Praxis durch den geringen Spielraum in der Belichtungszeit (s. d.) zu Tage.

## I. Ueber den Spielraum in der Belichtungszeit. — Absolute Sensitometrie von photographischen Platten.

Der Spielraum in der Belichtungszeit hängt, wie Hurter und Driffield eingehend nachgewiesen haben, von folgenden Punkten ab:

1. von der Qualität der Platten;

2. von dem Umfange der Licht- und Schatten-Contraste des Gegenstandes;

3. von dem Grade der Naturtreue, mit dem die Contraste auf der positiven Copie wiedergegeben werden sollen.

Dazu soll noch (obschon Hurter und Driffield darauf wenig Werth legen) die Entwickelungs-Methode besonders erwähnt werden.

Zunächst kommt noch die Frage des Umfanges der Licht-Intensitäten, welche richtig wiedergegeben werden sollen, in Betracht.

Mit Bezug hierauf muss zunächst erörtert werden, welche Unterschiede in den Licht-Intensitäten in der photographischen Praxis für gewöhnlich vorhanden sind.

Diesen Gegenstand haben Hurter und Driffield[1]) eingehend behandelt, indem sie sich folgender Methode bedienten:

Es wird eine photographische Platte in zwei Theile zerschnitten. Mit dem einen Stück wird eine Reihe von Expositionen gegen die Normalkerzen ausgeführt zur Bestimmung der charakteristischen Curven (s. vorhin), das andere Stück wird in der Camera dem Gegenstande exponirt, dessen Licht-Contraste bestimmt werden sollen. Wir wählen eine Exposition, die ein correctes Negativ liefert, jedoch ist es nicht

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1894. S. 157.

gerade nöthig, dass dieselbe ganz genau getroffen wird. Beide Stücke der Platte werden dann zusammen gleich lange mittels derselben Entwickelungsflüssigkeit entwickelt; darauf misst man die stärkste und die schwächste Dichtigkeit des Negativs sowie andere, die von Interesse sind; dasselbe geschieht mit den durch die Normalkerzen erzeugten Intensitäten. Es ist klar, dass diese producirte Platte, welche durch die Exposition vor der Kerze erzielt ist, als Massstab zur Bestimmung der in der Camera wirklich wirksamen Licht-Intensitäten dient, durch welche die Dichtigkeiten des Negativs hervorgerufen wurden. Zu solchen Untersuchungen thut man natürlich gut, Gegenstände auszuwählen, welche hinreichend grosse Flächen mit gleichmässiger Dichtigkeit im Negative zeigen. Als sehr brauchbares Object, das die ganze Reihe von Intensitäten umfasst, die eine Papiercopie naturgetreu wiederzugeben imstande

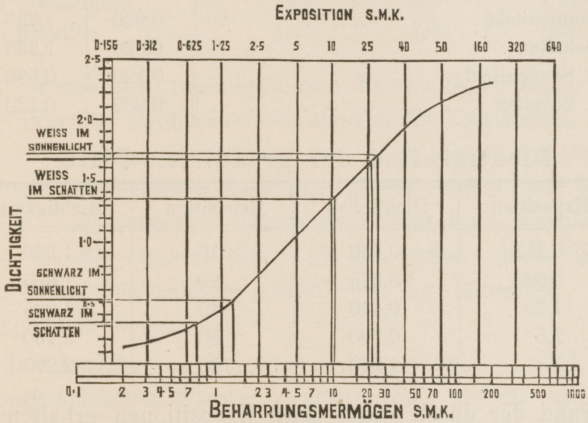



Fig. 6.

ist, kann eine gewöhnliche spanische Wand dienen, an der auf jeder der zwei zusammenstossenden Theile ein Stück weisses Cartonpapier und ein Stück nicht glänzendes schwarzes Papier befestigt ist. Der Schirm wird so gestellt, dass ein Theil der spanischen Wand durch directes Sonnenlicht, der andere durch das diffuse Himmelslicht beleuchtet wird, und zwar derart, dass der Himmel selbst mit auf das Bild kommt. Dann erhält man auf dem Negativ folgende fünf Dichtigkeiten:

Himmel;
Weiss, vom Sonnenlicht beleuchtet;
Weiss, von diffusem Licht beleuchtet;
Schwarz, vom Sonnenlicht beleuchtet;
Schwarz, von diffussem Licht beleuchtet.

Wir lassen hier die Einzelheiten einer solchen Untersuchung folgen; Diagramm Fig. 6 stellt dabei graphisch die Methode der Bestimmung

des Aequivalents der Licht-Intensitäten in Secunden-Meter-Kerzen dar. Eine Platte wurde in vier Stücke zerschnitten; drei davon wurden in der Camera vor einem Gegenstande, wie er eben beschrieben worden, das vierte Stück dagegen vor der Normalkerze exponirt, wobei die Expositionen zwischen 0,312 und 160 Secunden-Meter-Kerzen wechselten. Die drei in der Camera verwendeten Expositionen waren 0,8 bezw. 4 und 24 Secunden, und sämmtliche vier Platten wurden in einer und derselben Schale gleich lange entwickelt. Die Dichtigkeiten der Negative und der graduirten Platte ergaben sich, wie folgt:

Dichtigkeiten der Negative.

| Exposition | 0,8″ | 4″ | 24″ |
|---|---|---|---|
| Himmel | 0,940 | 1,695 | 2,280 |
| Weiss im Sonnenlicht | 0,940 | 1,735 | 2,280 |
| Weiss im Schatten | 0,620 | 1,360 | 2,080 |
| Schwarz im Sonnenlicht | 0,120 | 0,530 | 1,290 |
| Schwarz im Schatten | 0,060 | 0,320 | 1,025 |

Dichtigkeiten der graduirten Platte:

| Exposition | Dichtigkeit | Exposition | Dichtigkeit |
|---|---|---|---|
| 0,312 | 0,150 | 10 | 1,360 |
| 0,625 | 0,275 | 20 | 1,665 |
| 1,25 | 0,440 | 40 | 1,935 |
| 2,5 | 0,700 | 80 | 2,160 |
| 5 | 1,040 | 160 | 2,295 |

Auf Grund der durch diese zehn Expositionen erhaltenen Dichtigkeiten wurde eine Curve construirt, wobei die Logarithmen der Expositionen als Abscissen, die Dichtigkeiten als Ordinaten eingetragen wurden. Darauf wurden Parallelen, welche den Dichtigkeiten der drei Negative entsprachen, gezogen und von den Stellen, wo dieselben die charakteristische Curve treffen, Senkrechte auf die Abscissenachse gefällt. Diese Lothe geben sofort die äquivalenten Expositionen in *SMK* an, welche die entsprechenden Dichtigkeiten hervorgerufen haben. In dem Diagramm sind so die Dichtigkeiten des Negativs eingetragen, das vier Secunden hindurch exponirt worden war, und es ergaben sich dann die entsprechenden äquivalenten Expositionen wie folgt:

Negativ 4″ Exposition:

| | |
|---|---|
| Himmel | 20,80, |
| Weiss im Sonnenlicht | 22,50, |
| Weiss im Schatten | 10,20, |
| Schwarz im Sonnenlicht | 1,62, |
| Schwarz im Schatten | 0,77. |

Es geht daraus hervor, dass die Licht-Intensitäten vom matten Schwarz im Schatten bis zum Himmel oder bis zu dem vom Sonnenlicht beleuchteten Weiss sich von 0,77 : 22,5 oder von 1 : 29 erstrecken. Aehnliche Resultate ergaben sich für die beiden anderen Negative, und die folgende Tabelle weist ihre Aequivalente nach, wobei das stärkste Licht mit 30 angesetzt ist.

| Relative Intensitäten des Lichtes, welches ausgeht von: | Die Negative zeigen dieselben wie folgt bei einer Exposition von: | | | Mittlerer Werth |
|---|---|---|---|---|
| | 0,8″ | 4″ | 24″ | |
| Himmel . . . . . | 30 | 27,7 | 29 | 28,9 |
| Weiss im Sonnenlicht . . . | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Weiss im Schatten . . . . | 15 | 13,6 | 13,0 | 13,8 |
| Schwarz im Sonnenlicht . . | 1,83 | 2,1 | 1,78 | 1,90 |
| Schwarz im Schatten . . . | 1,16 | 1,02 | 1,01 | 1,06 |

Dieser Versuch zeigt, dass ein durch directes Sonnenlicht beleuchteter Gegenstand ungefähr zweimal so hell als derselbe Gegenstand im Schatten ist, und dass die ganze Erstreckung von einem matten schwarzen Gegenstand, der sich im Schatten befindet, bis zu einem hell beleuchteten Himmel etwa 1 : 30 beträgt[1]). Ausserdem sieht man, dass, obgleich die Expositionen in der Camera von 1 bis 30 gehen, doch dasselbe Verhältniss der Licht-Intensitäten sowohl bei der kürzesten, als bei der längsten Exposition hervortritt.

Nach der Ansicht von Hurter und Driffield (a. a. O.) kommt es in der photographischen Praxis in erster Linie auf die richtige Belichtungszeit an. Man muss die Expositionszeit so wählen, dass die erzeugten Dichtigkeiten im Negativ in den geraden Theil der charakteristischen Curve fallen; in diesem Falle werden auch die Dichtigkeits-Differenzen für denselben Gegenstand unabhängig von der Expositionszeit und beiläufig dieselben sein. Da die charakteristische Curve bei verschiedenen Plattensorten eine verschiedene ist, so ist der Spielraum der Exposition in analoger Weise schwankend.

Hurter und Driffield definiren den Spielraum der Belichtungszeit in nachfolgender Weise:

Nehmen wir einmal an, das gerade Stück der Curve umfasst die Expositionen von 1 bis $E$; liegen ausserdem die Licht-Intensitäten,

1) Aehnliche Zahlen ermittelte Abney, welcher die Helligkeit des Lichtbildes in der Camera durch Vergleiche mit einer Normal-Amylacetat-Lampe bestimmte; er fand, dass der Himmel bei einer Landschaft 90 mal heller ist, als die tiefsten Schatten (Journal of the Camera-Club, No. 93, 1894).

welche photographirt werden sollen, zwischen den Grenzen 1 und $J$, so reicht der Spielraum der Exposition von 1 bis $\frac{E}{J}$, und es wird innerhalb dieser Grenzen jede Exposition Negative liefern, welche, wenn sie in demselben Entwickler gleich lange entwickelt werden, Negative ergeben, durch welche man identische Copien erhält. Gesetzt den Fall, es erstrecke sich das gerade Stück ihrer charakteristischen Curve etwa von der Exposition 1 $SMK$ bis zu der Exposition 80 $SMK$, d. h. von 1 bis 80. Nimmt man an, dass ein Gegenstand mit dieser Platte photographirt wird, der aber von diffusem Lichte beleuchtet wird und dessen Licht-Intensitäten von mattem Schwarz bis zum Weiss oder noch stärker, etwa von 1:20 wechseln, so wird die Platte bei Expositionen von 1 bis 4 Negative liefern, welche hinsichtlich ihrer Copirfähigkeit nahezu identisch sind, obgleich sie sämmtlich gemeinsam entwickelt wurden. Kommt es auf eine kleine Abweichung von der Naturtreue nicht an, so dass man den zwischen den Expositionen 0,312 und 160 $SMK$ liegenden Theil der charakteristischen Curve noch als hinreichend genau ansieht, die Expositionsgrenzen also 1 und 512 sind, so hat man für denselben Gegenstand einen Spielraum der Exposition von $\frac{512}{20} = 25$, und es wird sich in den Negativen nur ein sehr geringer Unterschied zeigen, besonders dann, wenn für die kürzeren Expositionen die Entwickelungszeit verlängert wird. Für eine Sonnenlicht-Landschaft würde der Spielraum der Exposition $\frac{512}{30} = 17$ sein.

Die weiteren Einzelheiten von Hurter und Driffield's Untersuchungsmethode sind von solcher Wichtigkeit, dass wir sie im Nachfolgenden ausführlich wiedergeben:

Der von Hurter und Driffield beschriebene Versuch wurde mit einer Platte ausgeführt, in deren charakteristischer Curve das gerade Stück nur die Exposition von ungefähr 15 bis 50 $SMK$ umfasste. Für eine gewöhnliche Sonnenlicht-Landschaft ist deshalb in diesem Falle der Spielraum der Exposition ein kurzer, nämlich $\frac{50}{15 \times 30} = 1{,}1$; wenn man daher auf einer solchen Platte ein genaues Negativ erhalten will, so muss der Spielraum der Exposition innerhalb 10 Proc. des Werthes der letzteren liegen. Das Negativ, welches 4 Secunden lang exponirt war, weist von allen dreien die grösste Naturtreue auf; dasjenige, welches nur während $^1/_5$ dieser Zeit exponirt wurde, gibt die starken Lichter genau wieder, jedoch nicht so die Schatten; das dritte endlich, welches sechsmal so lange als das erste exponirt wurde, gibt die der Abstufungen bis zum Weiss in diffusem Lichte genau wieder, jedoch die stärkeren Lichter nicht mehr genau. Die folgende Tabelle gibt die Licht-Intensitäten für die verschiedenen Theile der Negative an, welche sämmtlich dieselben sein müssten, wenn das Negativ identische Copien liefern soll.

| Exposition | 0,8″ | 4″ | 24″ |
|---|---|---|---|
| Dichtigkeit der hellsten Stelle | 0,60 | 0,320 | 1,025 |
| Dichtigkeits-Unterschied: Schwarz im Schatten und Schwarz im Sonnenlicht . . . . . | 0,060 | 0,210 | 0,265 |
| Dichtigkeits-Unterschied: Schwarz im Sonnenlicht und Weiss im Schatten . . . . . | 0,500 | 0,830 | 0,790 |
| Dichtigkeits-Unterschied: Weiss im Schatten und Weiss im Sonnenlicht . . . . . | 0,320 | 0,375 | 0,200 |
| Gesammt-Erstreckung im Negativ: Schwarz im Schatten und Weiss im Sonnenlicht . . . . . | 0,880 | 1,415 | 1,255 |

Man sieht, dass das Negativ, welches eine Exposition von 4 Secunden, also die correcte Exposition erhielt, für alle Theile des Gegenstandes mit Ausnahme der stärksten Lichter practisch dieselben Dichtigkeits-Unterschiede lieferte, wie dasjenige, welches 24 Secunden exponirt wurde. Auf Copien von diesen beiden Negativen würden alle Abstufungen zwischen Schwarz im Schatten und Weiss im Schatten genau dieselben sein, obgleich die Exposition für das eine Negativ sechsmal so gross als für das andere gewesen ist. Das Negativ, welches nur den fünften Theil der correcten Exposition erhielt, gab nur die starken Lichter in derselben Genauigkeit wieder; wenn jedoch das Negativ länger als die beiden anderen entwickelt worden wäre, so hätte dasselbe sich noch wesentlich besser gestalten können; bei gleichbleibenden Dichtigkeits-Verhältnissen würden die Dichtigkeits-Unterschiede sich geändert haben und ohne Schwierigkeiten sich so haben gestalten lassen, wie die folgende Tabelle angibt:

| Exposition | 0,8″ | 4″ | 24″ |
|---|---|---|---|
| Dichtigkeit der hellsten Stelle | 0,100 | 0,320 | 1,025 |
| Dichtigkeits-Unterschied: Schwarz im Schatten und Schwarz im Sonnenlicht . . . . . | 0,100 | 0,210 | 0,265 |
| Dichtigkeits-Unterschied: Schwarz im Sonnenlicht und Weiss im Schatten . . . . . | 0,830 | 0,830 | 0,790 |
| Dichtigkeits-Unterschied: Weiss im Schatten und Weiss im Sonnenlicht . . . . . | 0,530 | 0,375 | 0,200 |
| Gesammt-Erstreckung im Negativ: Schwarz im Schatten und Weiss im Sonnenlicht . . . . . | 1,460 | 1,415 | 1,255 |

In diesem Falle würden die gewonnenen Copien sich wenig von einander unterschieden haben, während alle Haupt-Abstufungen zwischen Schwarz im Schatten und Weiss im Schatten durch die folgenden Unterschiede wiedergegeben sein würden, welche einander so nahe kommen, dass das Auge den Unterschied nicht herausfinden kann.

| 0,8″ | 4″ | 24″ |
|---|---|---|
| 0,930 | 1,040 | 1,055 |

Nur in den stärksten Lichtern jenseits des Weiss im Schatten würde der Unterschied überhaupt merkbar sein.

Materiell jedoch unterscheiden die drei Negative sich sehr, nämlich hinsichtlich der Zeit, welche nöthig ist, um durch sie Copien von gleicher Tiefe in den Schatten

zu erhalten. Das letzte der Reihe (24″ Exposition) gebraucht sechsmal, das zweite (correcte Exposition) nahezu $^5/_3$ mal so viel Zeit dazu, als das erste, um dieselbe Tiefe der Copie zu erzielen.

Aus diesen Versuchen ergibt sich aufs deutlichste, dass der Spielraum der Exposition weniger von Modificationen des Entwicklers, als von der Platte selbst und der verhältnissmässig geringen Erstreckung der Intensitäten abhängt, mit denen man es gewöhnlich zu thun hat; ausserdem wirkt noch der Umstand mit, dass das Auge unfähig ist, die mehr oder weniger naturgetreue Wiedergabe der verschiedenen Abstufungen richtig zu beurtheilen.

Wie Hurter und Driffield auseinandersetzten, ist unter den vielen Negativen, welche man durch Aenderungen in Bezug auf die Exposition erhalten kann, nur ein einziges vorhanden, welches die naturgetreue Wiedergabe des Tones mit der Minimal-Dichtigkeit vereinigt, und dieses allein sucht sich der practische Photograph zu sichern. Zur genauen und sicheren Gewinnung dieses besonderen Negativs ist es nothwendig, die Empfindlichkeit der Platte mit möglichster Genauigkeit zu bestimmen; in Folgendem wird deshalb eine kurze practische Darstellung der von Hurter und Driffield zu diesem Zwecke angewendeten Methode gegeben, welche zur absoluten Sensitometrie von Platten benützt (Andere Methoden zur Bestimmung der Empfindlichkeit von photographischen Platten wurden bereits im I. Bande dieses Werkes, Erste Abth., S. 427 beschrieben.)

Bei der ersten Untersuchung in dieser Richtung gingen die Genannten in der Weise vor, dass sie Theile derselben Platte nach einander dem Lichte einer Normalkerze exponirten, wobei sie jede folgende Exposition doppelt so gross als die vorhergehende machten; sie verfuhren ebenso, als sie ihre ersten Bestimmungen der Lichtempfindlichkeit von Platten vornahmen. Die Fehler, welche, wie sie fanden, der Kerze anhafteten, so lange sie noch in ihrer Benutzung nicht die Uebung hatten, welche sie sich seitdem darin angeeignet haben, zeigten jedoch, dass hinsichtlich der Sicherung eines constanten Beleuchtungs-Verhältnisses zwischen den verschiedenen Expositionen noch Vieles zu wünschen übrig blieb, und deshalb schlugen sie folgenden Weg ein, der auch zu befriedigenden Ergebnissen führte. Mittels dieser Methode werden sämmtliche Expositionen gleichzeitig ausgeführt, so dass irgend welche Schwankungen des Kerzenlichtes alle Expositionen proportional beeinflussen; auf diese Weise ist die Bestimmung natürlich genauer und weniger dem Fehler unterworfen, als wenn während der einen oder mehrerer der einzelnen Expositionen Schwankungen des Lichtes eintreten.

Zur Bestimmung der Lichtempfindlichkeit von Platten unter Benutzung der Normalkerze schlugen Hurter und Driffield nun folgenden Weg ein. Natürlich liegt es auf der Hand, dass diese Untersuchungen

in einem zugfreien Zimmer angestellt werden müssen; auch empfiehlt es sich zu grösserer Vorsicht noch, die Kerze in einen, auf einer Seite offenen, geräumigen Kasten zu stellen, der im Innern gehörig geschwärzt ist. Man lege auch noch besonderes Gewicht darauf, dass die Kerze so gestellt wird, dass man sie während der ganzen Exposition gehörig im Auge behalten kann, damit, wenn irgend eine Schwankung des Lichtes eintritt, dieselbe uns nicht entgeht. Benutzt man die Kerze ohne solche Kastenumhüllung, so muss man alle weissen oder hellen Flächen, die Licht reflectiren könnten, entfernen.

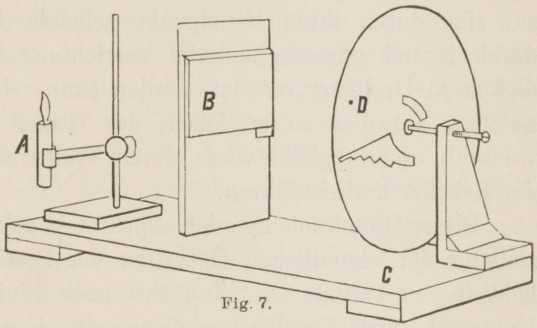


Fig. 7.

Fig. 7 zeigt die von Hurter und Driffield angewendete Form des Apparates. *A* ist die Kerze, *B* ist die Cassette, welche den Streifen der Platte, deren charakteristische Curve wir bestimmen wollen, enthält; *C* gibt die Stellung der Cassette während der Exposition an, und *D* endlich ist die rotirende Scheibe, mittels deren die verschieden langen Expositionen gegeben werden. Da diese Scheibe den wichtigsten Theil des Apparates ausmacht, lassen wir hier die genauere Beschreibung folgen. Es empfiehlt sich, diese Scheibe aus einer Metallplatte herzustellen, jedoch kann man sie aus Cartonpapier schneiden. Sie hat 11 Zoll Durchmesser und Fig. 8 zeigt, wie sie mit Oeffnungen versehen ist, um eine Reihe von 9 Expositionen zu ermöglichen, von denen jede doppelt so gross als die vorhergehende ist. Die Länge des zu einer Bestimmung benutzten Plattenstreifens beträgt $4^1/_4$ Zoll, also den vierten Theil der Platte. Durch Theilung dieser Länge in zehn gleiche Theile erhält man die Breite jeder der auf einander folgenden Absätze in den Ausschnitten der Scheibe. Neun Theile sind bloss für die Expositionen nöthig, von dem zehnten wird während der Exposition das Licht durch den dunklen Schieber ferngehalten, so dass er auf diese Weise die sogen. „Schleierstreifen“ liefert. Es zeigt sich, dass die Winkelapertur des innersten unterbrochenen offenen Ringstückes 180 Grad beträgt, da ja zwei ganze Kreisquadrate

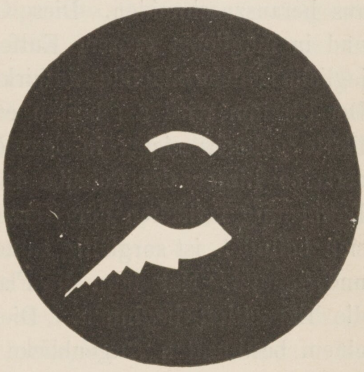


Fig. 8.

ausgeschnitten sind; das nächste hat dagegen nur eine Winkelapertur von 90 Grad, das folgende eine solche von 45 Grad u. s. w., so dass die Winkelapertur jedes folgenden Ausschnittes immer halb so gross als die des nächst inneren ist; so geht es fort bis zum neunten Ausschnitt. Natürlich müssen diese Oeffnungen mit der grössten Sorgfalt ausgeschnitten werden; auch empfiehlt es sich, die so fertig gestellte Platte mit einem stumpf-schwarzen Anstrich zu versehen. Darauf wird sie auf eine durch ihren Mittelpunkt gehende Achse geschlossen, welche durch irgend eine mechanische Vorrichtung mit bedeutender Geschwindigkeit in Drehung versetzt werden kann. Hurter und Driffield benutzten, um dies zu erreichen, das Gestell einer alten Nähmaschine, wodurch es ermöglicht wird, durch Treten mit dem Fusse das Rotiren der Scheibe herbeizuführen.

Dieser Beschreibung des Apparetes schliessen wir nun die Darstellung der eigentlichen Operation der Bestimmung der Lichtempfindlichkeit von Platten an. Zunächst noch Einiges über die Platte selbst. Untersucht man eine Platte, indem man sie zwischen das Auge und die rothe Lampe bringt, so sieht man, dass die Opacität der Schicht nach dem Rande hin abnimmt. Deshalb thut man gut, die Randstücke nicht zu verwenden, sondern den zu benutzenden Streifen mitten aus der Platte oder wenigstens auf jeden Fall in einiger Entfernung vom Rande aus herauszuschneiden. Diese Operation muss man so rasch als möglich und in möglichst grosser Entfernung vom rothen Lichte ausführen, um jegliche schleierbildende Einwirkung des Lichtes auf die Platte fernzuhalten. Der Streifen wird am besten etwa einen Zoll breit geschnitten. Ist die Platte gehörig sicher in dem dunklen Schieber untergebracht, so wird derselbe hinter der Scheibe in dem richtigen Punkte aufgestellt. Die Entfernung zwischen der Kerze und dieser Stelle, an welcher die Platte sich befindet, ist sorgfältig zu adjustiren, dann wird die Kerze angezündet und geputzt. Hat dann die Flamme die nöthige Höhe erreicht, so kann die Exposition beginnen. Die Scheibe wird in Drehung versetzt, in einem bestimmten Augenblicke der die Platte bedeckende Schieber weggezogen und dann die Exposition während der gehörigen Zeit ausgeführt.

Handelt es sich darum, die beste Reihe von Expositionen anzuwenden für Platten, über deren Empfindlichkeit man nichts weiss, so thut man gut, eine Reihe anzuwenden, die mit 80 *SMK* anfängt und bis zu 0,312 *SMK* heruntergeht. Es zeigt sich dann, dass diese Reihe für die Mehrzahl der im Handel gangbaren Platten von der charakteristischen Curve so viel umfasst, als man zu einer Bestimmung der Lichtempfindlichkeit gebraucht. Eine kurze Betrachtung der rotirenden Scheibe lässt

jedoch erkennen, dass, wenn man eine wirkliche Maximal-Exposition von 80 *SMK* geben will, man nothwendigerweise die Exposition über zweimal 80, also über 160 Secunden ausdehnen muss, wenn die Kerze in 1 m Entfernung von der Platte aufgestellt ist. Das ist begründet durch den Umstand, dass die wirkliche Maximal-Exposition nur während der halben Umdrehung der Scheibe vor sich geht, indem das Licht die Platte nur trifft, während 180 von den 360 Grad über die letztere hingehen. Hurter und Driffield arbeiten am liebsten bei einer Entfernung von 1 m zwischen Kerze und Platte, jedoch kann man diese Entfernung auch verringern, wenn man die Exposition abzukürzen wünscht. In einer Entfernung von 0,707 m kommt das Licht der Kerze 2 und in einer Entfernung von $^1/_2$ m 4 *SMK* gleich.

Der exponirte Streifen wird dann entwickelt. Hurter und Driffield ziehen den Eisenoxalat-Entwickler allen anderen vor und arbeiten bei einer Temperatur des Entwicklerbades = 65 Grad F., weil sie niemals eine Platte gefunden haben, für welche er sich nicht passend erwiesen hätte, eine Leistung, welche man von keinem anderen Entwickler behaupten kann.

Das Besehen der Platte während des Entwickelns muss man so viel wie möglich vermeiden, da kein rothes Licht bei einer einigermassen empfindlichen Platte ungefährlich ist. Etwa 5 bis 6 Minuten werden in der Regel die beste Zeitdauer für die Entwickelung sein, wenn man die Abstufungs-Erstreckung, welche die geeignetste für die nun folgende Messung ist, erreichen will. Ueber welche Zeit man aber auch die Entwickelung ausdehnt, stets muss man dieselbe genau notiren. Die bestimmte Temperatur und die genaue Zeit, welche für eine gegebene Platte zur Erreichung eines gewissen Entwickelungsfactors nöthig ist, kommen vor Allem in Betracht, wenn es sich später darum handelt, auf einer ähnlichen Platte ein anderes Negativ herzustellen, das eine andere Erstreckung der Dichtigkeitsstufen hat.

Ist der Plattenstreifen entwickelt, so wird er in der gewöhnlichen Weise fixirt und gewaschen, worauf es sich empfiehlt, die Oberfläche der Schicht mit einem Pfropfen angefeuchteter Watte abzuwischen. Die Platte kann, wenn man es für angebracht hält, auch noch mit Alaun behandelt werden; doch ist darauf zu achten, dass das Alaun- wie das Fixirbad frisch hergestellt und völlig rein sind.

Sobald die Platte trocken geworden ist, wird die Rückseite gehörig gereinigt und die Schicht mit einem seidenen Tuche abgewischt. Es erweist sich dann als von Nutzen, die Grenzlinien der schwächeren Dichtigkeiten mittels einer Feder mit Tinte auf der Schicht nachzuziehen. Dies macht die Messung der Platte leichter ausführbar, was mittels eines Photometers geschieht.

Nachdem die neun verschiedenen Dichtigkeiten sowie des „Schleierstreifens" gemessen und aus jeder Expositions-Dichtigkeit die Dichtigkeit des Anfangsschleiers der Platte sowie diejenige, welche durch das Glas und die Schicht hervorgerufen und durch den „Schleierstreifen" angegeben wird, abgeleitet worden sind, machen wir uns daran, die charakteristische Curve in eines der Diagrammnetze einzutragen, welche zu diesem Zwecke von der Firma Marion & Co. in London geliefert werden.

Angenommen, unsere wirkliche Maximal-Exposition sei 80 *SMK* gewesen, so tragen wir auf der dieser Exposition entsprechenden Ordinate die zu 80 *SMK* gehörige Dichtigkeit nach Abzug des zugehörigen Schleiers ein; für die übrigen Expositionen verfährt man genau so, bis man endlich die der Exposition 0,312 *SMK* entsprechende Ordinate und damit alle neuen Dichtigkeiten eingetragen hat. Nun nimmt man einen schwarzen Zwirnsfaden und legt denselben entlang dem Theil der Curve, der practisch eine gerade Linie bildet und welcher die Lage und Erstreckung der Periode correcter Aufnahme angibt. Auf diese Weise ist man imstande, die Lage des geraden Stückes der Curve festzustellen, ehe man dieses auf dem Diagramm wirklich auszieht. Nachdem dies ausgeführt ist, verlängert man das gerade Stück bis zum Schnittpunkte mit der auf der Abscissenachse befindlichen Scala des Beharrungsvermögens. Dieser Schnittpunkt gibt das Beharrungsvermögen der Platte an, das man dann in Empfindlichkeit umsetzt, indem man mit seinem Werthe in die Constante 34 dividirt[1]) (Beispiel: Beharrungsvermögen 1; Empfindlichkeit 34). Wir können nun nach jedem Ende der Periode correcter Aufnahme hin Curven, welche durch die übrigen bestimmten Punkte gehen, ziehen. Die Curve am oberen Ende stellt einen Theil der Periode der Ueberexposition, diejenige am unteren Ende einen Theil der Unterexposition dar, das Ganze dagegen die hauptsächlichsten Eigenschaften der charakteristischen Curve.

Es mag an dieser Stelle darauf hingewiesen sein, dass wir besondere Wichtigkeit dem Umstande beilegen, bei jeder einzelnen Empfindlichkeits-Bestimmung genaue Auskunft über alle drei Perioden zu erhalten. Nur auf diese Weise kann man über die Lage der Periode der correcten Aufnahme völlige Sicherheit erlangen. Es ist ganz unmöglich, die stärkeren Dichtigkeiten in einer Reihe von Unterexpositions-Stufen fälschlich für einen Theil der correcten Periode bei einem hohen Entwickelungs-Factor aufzufassen und doch ist dieser Missgriff schon gemacht, der völlig unmöglich gewesen sein würde, wenn man sich über alle drei Perioden Klarheit verschafft hätte.

1) Diese Constante gilt nur für die Hurter- und Driffield'sche Versuchsanordnung.

Im Allgemeinen wissen wir einigermassen Bescheid, ob wir eine schnell oder langsam wirkende Platte zu untersuchen haben, und bei einiger Uebung kann man sich leicht schlüssig darüber machen, welche Erstreckung der Expositionen höchstwahrscheinlich über die drei Perioden Aufschluss geben wird; sollte es sich jedoch einmal bei Untersuchung einer Platte, über deren Empfindlichkeit wir ganz und gar nichts wissen, herausstellen, dass die Expositionen, welche wir gewählt haben, eine Reihe von Dichtigkeiten liefern, die noch Zweifel über die Lage der correcten Periode zulassen, so ist unbedingt eine erneute Bestimmung unter Anwendung einer geeigneteren Erstreckung der Expositionen nothwendig. Die erste Bestimmung wird darüber Anhalt geben, ob eine längere oder kürzere Exposition anzuwenden ist.

Es mag hier auf eine Schwierigkeit aufmerksam gemacht werden, deren Auftreten nicht ausgeschlossen, jedoch glücklicherweise so selten ist, dass man aus ihrem Vorkommen einen Schluss auf die mehr oder minder grosse Vollkommenheit des zum Ueberziehen der Platten benutzten Apparates ziehen kann. Wenn sich beim Eintragen der Dichtigkeiten herausstellt, dass sie unregelmässig liegen, so dass die Möglichkeit, durch sie eine regelmässige Curve zu erhalten, ausgeschlossen ist, so hat man gewichtigen Anlass, anzunehmen, dass man es mit einer uneben überzogenen Platte zu thun hat. In diesem Falle wird man gut thun, von der Platte, von welcher der erste Streifen genommen war, einen zweiten, der in derselben Richtung durch die Platte läuft wie der erste, abzuschneiden. Dieser zweite Streifen wird nun gleichmässig der Kerze exponirt und entwickelt, wobei darauf Bedacht zu nehmen ist, dass die Exposition und die Entwickelung der Art bemessen werden, dass man eine leicht bestimmbare Dichtigkeit, z. B. 1, erhält. Sind die Platten uneben überzogen, so wird sich zeigen, dass die Dichtigkeit des zweiten Streifens an verschiedenen Stellen desselben eine verschiedene ist.

Bei diesen Untersuchungen über Platten-Empfindlichkeit, Exposition und Gradation von Platten benützt man, wie im Vorhergehenden gezeigt wurde, mit grossem Vortheile eine zweckentsprechend ausgeschnittene rotirende Scheibe, deren Oeffnungsausschnitt eine genau bestimmbare Menge des Normallichtes auf die dahinter befindliche Platte fallen lässt, wie dies Hurter und Driffield beschrieben haben. Prof. Dr. E. Mach bedient sich eines sinnreichen Apparates, dessen Princip auf einer rotirenden weissen, partiell mit schwarzer Tusche bemalten Scheibe zur raschen Ermittelung der richtigen Expositionszeit (s. Eder's Jahrbuch f. Phot. f. 1894, S. 154).

Einen practischen Apparat zu derartigen Untersuchungen, dessen Princip ähnlich wie dasjenige des Hurter- und Driffield-

schen ist, construirte in neuester Zeit (1894) Prof. Scheiner in Potsdam[1]). Das Scheiner'sche „Universal-Sensitometer" gibt nun nicht nur die Empfindlichkeit der Platten in Bezug auf irgend eine als Norm angenommene in Zahlen an, sondern dasselbe kann auch mit Vortheil zu allen photometrischen Untersuchungen im Gebiete der Photographie gebraucht werden und dient zu folgenden Bestimmungen:

1. Plattenempfindlichkeit.
2. Verhalten der Mitteltöne zu den stärksten und schwächsten Tönen bei den verschiedenen Platten.
3. Beziehungen zwischen der Expositionszeit und der Lichtintensität.
4. Einfluss der verschiedenen Entwicklungsarten auf die Kraft der Bilder.
5. Chemische Intensitäten verschiedener Lichtquellen.

Das Princip des Sensitometers beruht auf dem bei optisch-photometrischen Untersuchungen schon lange mit Erfolg angewandten Verhalten der rotirenden Scheiben mit Ausschnitten. Wird eine Scheibe, welche einen sectorförmigen Ausschnitt enthält, in schnelle Rotation versetzt, so wird das hindurchgehende Licht im Verhältnisse der Sectoröffnung zum ganzen Kreise geschwächt. Bezeichnet man mit $\alpha$ die Winkelöffnung des Sectors (in Graden) und mit $J_0$ die Intensität des auf die Scheibe fallenden Lichtes, so ist nach dem Durchtritte des Lichtes:

$$J = J_0 \frac{\alpha}{360}.$$

Giebt man der Oeffnung in der Scheibe eine andere Form, so ist die Lichtschwächung nicht mehr an allen Theilen der Scheibe eine constante, sondern sie wird eine Funktion des Abstandes vom Mittelpunkte; durch geeignete Wahl der Form des Ausschnittes kann man also eine Lichtvertheilung nach jedem beliebigen Gesetze erhalten.

Für die Zwecke eines Sensitometers hat Scheiner nach einer Reihe von Versuchen als praktischste Art der Lichtvertheilung eine solche gefunden, dass einer gegebenen Strecke auf jeder Stelle des Radius das gleiche Intensitätsverhältniss entspricht; d. h. bezeichnet man mit $a$ das verlangte Intensitätsintervall für die Länge des Ausschnittes, mit $n$ die Anzahl der äquidistanten Punkte des Radius, für welche man die constanten Intensitätsunterschiede $\Delta$ zur Wahrnehmung bringen will, so muss sein: $n lg \Delta = lg a.$

Im vorliegenden Falle hat er genommen: $n = 19$ (die Intensitätsscala wird von 1 bis 20 numerirt), $a = 100$ und dementsprechend $\Delta = 1.27$.

Damit ist der eigentlich messende Theil des Sensitometers erledigt; für die praktische Brauchbarkeit ist noch die schwierige Aufgabe der Herstellung einer constanten Lichtquelle zu lösen, welche ausserdem bei

1) Zuerst publicirt in der „Zeitschrift für Instrumentenkunde". Juni 1894.

allen Apparaten genau die gleiche Intensität haben muss. Scheiner ging folgendermassen vor: Als Lichtquelle benutzte er eine Benzinlampe *B* (s. Fig. 9), wie sie in Form eines Kerzenleuchters schon lange im Handel zu haben ist. Diese Lampen sind alle genau gleich gearbeitet, haben denselben Docht und brennen unter Benutzung des gewöhnlichen Benzins, sofern man für gleiche Flammenhöhe sorgt, für den vorliegenden Zweck bereits mit genügender Gleichförmigkeit. Für die Einhaltung gleicher und constanter Flammenhöhe ist durch ein einfaches Diopter gesorgt, welches aus einem die Flamme in bestimmter Höhe umgebenden Drahtringe *d* besteht. Um aber etwaige kleine Schwankungen in der Flammenhöhe und damit in der Intensität der Lichtquelle möglichst unschädlich zu machen, wird nicht die ganze Flamme als Lichtquelle benutzt, sondern nur ein kleiner Theil derselben, der durch einen 1 mm breiten horizontalen Spalt *s* freigelassen wird, der sich seinerseits in einem an dem Diopter befestigten Bleche befindet. Dieser Spalt ist natürlich bei allen Lampen in genau derselben Höhe angebracht und zwar unmittelbar über dem mittleren, dunkleren Theile der Flamme.

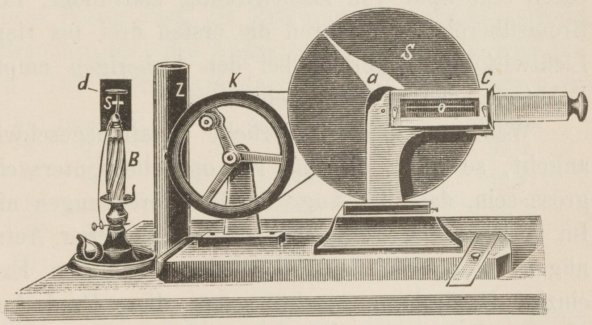



Fig. 9.

Die Flamme selbst, einschliesslich Diopter und Spalt, befindet sich in einem rothen Cylinder *Z*, der vorne, in der Höhe des Spaltes, eine Oeffnung zum ungehinderten Durchlassen des Lichtes nach der rotirenden Scheibe hin besitzt. Da der Apparat in einem dunklen Raume, am besten in der Dunkelkammer, benutzt werden muss, so ist der rothe Cylinder nothwendig, um in dem gleichen Raume das Einlegen der Platten u. s. w. vornehmen zu können. In Folge des durch den Cylinder verursachten Zuges brennt die Flamme heller als ohne Cylinder; es ist daher nothwendig, den Cylinder stets beizubehalten.

Der Haupttheil des eigentlichen Sensitometers (s. Fig. 9) besteht nun in der rotirenden Scheibe *S* mit Ausschnitt *a*; sie wird durch ein kleines Kurbelrad *K* mit Schnurlauf durch Handbetrieb in schnelle Rotation versetzt. Hinter der Scheibe ist die Cassette *C* angebracht, welche folgende Einrichtung besitzt. Auf der vorderen Seite, dicht hinter dem Cassettenschieber *r*, ist eine Metallplatte eingesetzt, welche auf die Länge des Scheibenausschnittes 20 äquidistante rechteckige Oeffnungen *o* enthält. Unmittelbar hinter dieser durchbrochenen Scheibe folgt eine

dünne Platte aus Gelatine[1]), auf welche ein alle Rechtecke durchquerender undurchsichtiger Strich gezogen ist und sodann die Zahlen von 1 bis 20 zur Numerirung der Rechtecke eingetragen sind. Direct auf die Gelatine wird die photographische Platte (Format $3 \times 9$) mit der empfindlichen Schicht aufgelegt. Wird nun der Apparat in Thätigkeit gesetzt, so erhält das Rechteck No. 1 nur den hundertsten Theil des Lichtes, welches auf Rechteck No. 20 fällt. Für die dazwischen liegenden Rechtecke ist das Licht in dem Verhältniss von 1,27 von Rechteck zu Rechteck vertheilt. Die Distanz der Flamme von der empfindlichen Platte beträgt 1 m; sie ist gegeben durch eine Kette, welche Lampe und Sensitometer verbindet. Diese Distanz, sowie die Dimensionen von Spalt und Ausschnitt sind so gewählt, dass für Platten mittlerer Empfindlichkeit bei einer Expositionszeit von einer Minute noch bei den mittleren Rechtecken eine Spur von Lichtwirkung stattfindet; für sehr unempfindliche Bromsilberplatten erfahren die ersten drei bis vier Rechtecke noch eine Lichtwirkung, während bei den bisherigen empfindlichsten das letzte Rechteck noch nicht erreicht wird.

Was nun die erforderliche Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe angeht, so muss dieselbe für optische Untersuchungen mindestens so gross sein, dass das Auge die Unterbrechungen nicht mehr wahrnimmt. Im vorliegenden Falle, bei photographischer Aufnahme, würde es genügen, wenn die Scheibe in der gegebenen Expositionszeit nur eine einzige Umdrehung macht, sofern diese Umdrehung vollständig gleichförmig erfolgt. Das würde natürlich sehr unpraktisch sein und deshalb ist es einfacher, die Scheibe in schnelle Rotation zu versetzen, so dass das Verhältniss der Dauer einer Einzelbelichtung beim Vorübergange des Ausschnittes zur ganzen Expositionsdauer ein kleines wird, und dies findet in völlig genügender Weise statt, wenn das Kurbelrad in der Secunde 1 bis 2 mal herumgedreht wird; es vollführt alsdann die Scheibe in der Minute 400 bis 800 Rotationen. Es ist nun von verschiedenen Seiten behauptet worden, dass es für die photographische Lichtwirkung keineswegs gleichgiltig sei, ob eine gewisse Expositionszeit ohne Unterbrechung benutzt wird, oder ob man sie in einzelnen Abschnitten verwendet[2]). In diesem Falle würde also die Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe von Einfluss auf das Resultat sein, und man müsste eine immerhin kostspielige Vorrichtung zur Erzielung gleicher Rotationsgeschwindigkeiten bei allen Apparaten anbringen. Obwohl Scheiner die Existenz eines solchen Einflusses nicht in Abrede stellt, hat er jedoch durch Versuche

1) Bei Benutzung dieses Apparates ist es besser, die Gelatinefolie, welche ein absorbirendes Mittel bildet, wegzulassen (Eder, Phot. Corresp. 1894).

2) S. S. 26.

constatiren können, dass innerhalb der hier erlaubten Geschwindigkeiten, von einer Umdrehung des Triebrades in der Secunde an bis zur möglichst grossen Geschwindigkeit, die sich mit der Hand erreichen lässt, nicht eine Spur einer derartigen Abhängigkeit zu entdecken ist.

Die Beurtheilung der Dichtigkeit von Silberniederschlägen auf den im Sensitometer exponirten Platten erfolgt am besten, wenn die Platten mit der Schichtseite auf weisses Schreibpapier fest aufgedrückt werden. Das Licht muss die Schicht alsdann zweimal passiren, und infolge dessen werden die Dichtigkeitsunterschiede beträchtlich besser hervorgehoben. Nur bei der Beurtheilung sehr kräftiger Niederschläge (bei besonderen Untersuchungen) wird es wieder vortheilhafter, die Platten gegen den hellen Himmel in der Durchsicht zu betrachten. Bei der Benutzung des Apparates als absolutes Sensitometer müssen die Platten stets auf weisses Papier gelegt werden, da auf diese Weise auch die Prüfung der Apparate erfolgt.

Es soll nun die Brauchbarkeit des Apparates an einigen kurzen Beispielen erläutert werden. Die Intensitätsscala für die 20 Abtheilungen ist:

| No. | Intensität | No. | Intensität | No. | Intensität | No. | Intensität |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 6 | 3,36 | 11 | 11,3 | 16 | 37,9 |
| 2 | 1,27 | 7 | 4,28 | 12 | 14,4 | 17 | 48,3 |
| 3 | 1,62 | 8 | 5,45 | 13 | 18,3 | 18 | 61,6 |
| 4 | 2,07 | 9 | 6,95 | 14 | 23,4 | 19 | 78,5 |
| 5 | 2,64 | 10 | 8,86 | 15 | 29,8 | 20 | 100. |

Aufgabe 1. Bestimmung der absoluten Plattenempfindlichkeit.

Ein Photograph hat von drei Fabriken gleichzeitig Platten bezogen. Er exponirt einen Streifen von jeder der drei Sorten 1 Minute im Sensitometer und legt dieselben nach dem Trocknen auf weisses Schreibpapier. Er findet, dass er auf Platte 1 den die Rechtecke durchquerenden Strich bei Rechteck 9 nicht mehr erkennen kann, wohl aber noch bei 8. Für Platte 2 findet er als Grenze 12 bis 13, für Platte 3 die Grenze 16. Diesen Zahlen entsprechen in der vorstehenden Tabelle die Intensitäten 5,5, 16,4 und 37,9; d. h. die Platten sind im Verhältnisse dieser Zahlen empfindlicher als eine als Norm angenommene sehr unempfindliche Platte, auf welcher eben noch im Rechtecke No. 1 ein Eindruck entstanden sein würde. Die relative Empfindlichkeit dieser drei Platten gegen einander findet man, indem man die Differenz ihrer Empfindlichkeitsnummern um 1 vermehrt und damit in die obige Tabelle eingeht. Man erhält hierfür die Verhältnisse 1:3,0:7,0.

Bei der Lösung dieser Aufgabe verrichtet das Instrument die Dienste eines absoluten Sensitometers; es ist dies die Anwendung, wie sie in den meisten Fällen zur Beurtheilung der Plattenempfindlichkeit genügt; ebenfalls würde es ausreichen, wenn von Seiten der Plattenfabrikanten

die Empfindlichkeitsnummer in dieser Weise angegeben würde. Bessere Resultate erhält man bei directer Bestimmung der relativen Plattenempfindlichkeiten unter Verwendung der mittelstarken Töne, auf welche es in der Praxis viel mehr ankommt als auf die allerschwächsten Töne.

### Aufgabe 2. Bestimmung der relativen Plattenempfindlichkeit aus Mitteltönen.

Von fünf verschiedenen Fabriken liegen Platten vor, die von jeder Fabrik als die möglichst empfindlichen bezeichnet worden sind. Nach der Exposition im Sensitometer (1 m) werden die Platten mit der empfindlichen Schicht auf das Papier gelegt, und man erkennt sofort, in welcher Reihenfolge man sie ihrer Empfindlichkeit nach zu ordnen hat. Dann wird die unempfindlichste Platte No. 1 neben Platte No. 2 gelegt und nonienartig gegen dieselbe verschoben, bis Rechteck 1 der Platte No. 1 neben einem Rechtecke der Platte No. 2 liegt, welches dieselbe Intensität der Schwärzung zeigt (s. Fig. 10); ebenso wird No. 1 mit den anderen Platten verglichen. Es möge sich hierbei Folgendes ergeben:

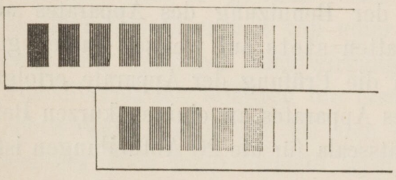


Fig. 10.

Rechteck 1 der Platte No. 1 ist gleich mit
„ 2 bis 3 „ „ „ 2
„ 3 „ „ „ 3
„ 4 „ „ „ 4
„ 7 „ „ „ 5

Hieraus ergiebt die Tabelle ohne Weiteres die folgenden relativen Plattenempfindlichkeiten:

| Platte No. | Empfindlichkeit |
|---|---|
| 1 | 1 |
| 2 | 1,4 |
| 3 | 1,6 |
| 4 | 2,1 |
| 5 | 4,3 |

### Aufgabe 3. Bestimmung des Einflusses wenig verschiedener Expositionszeiten auf die Dichte des Silberniederschlages.

Es ist bekannt, dass bei geringen Zeitdifferenzen die Dichte des Niederschlages annähernd proportional den Expositionszeiten zunimmt, bei grösseren aber sich ganz anders verhält.

Im vorigen Beispiele war die Platte No. 5 4,3 mal empfindlicher als No. 1. Es soll geprüft werden, ob bei gegebener Expositionszeit für No. 5 die Platte No. 1 4,3 mal so lange exponirt werden muss, um ein gleich kräftiges Bild zu liefern. Man nimmt von der Platte No. 1

drei Streifen und exponirt dieselben im Sensitometer der Reihe nach 1, 2 und 4 Minuten und findet in der üblichen Weise, dass Rechteck No. 1 der ersten exponirten Platte zusammenfällt mit Rechteck 3 bis 4 der zweiten Platte und mit Rechteck 6 bis 7 der vierten Platte, d. h. die Dichtigkeiten der Niederschläge verhalten sich wie 1 : 1,8 : 3,6, während sich die Zeiten verhalten wie 1 : 2 : 4. Bei diesem Intervalle ist die Proportionalität noch annähernd erfüllt; man erkennt aber, dass es vortheilhafter sein wird, nicht 4,3 mal, sondern ungefähr 5 mal so lange zu exponiren.

Diese Beispiele werden zur Erhärtung der vielseitigen Brauchbarkeit des Apparates genügen. Für wissenschaftliche Zwecke kann jeder leicht mit Hilfe des Apparates selbst die Intensität der Benzinlampe mit der Hefner-Altenecks'chen Lampe vergleichen. Der Apparat wird vom Mechaniker Töpfer in Potsdam erzeugt.

## II. Einfluss der Entwickelungsmethode auf den Spielraum in der Belichtungszeit.

Bei den vorhergehenden Betrachtungen wurde insbesondere auf den Einfluss der Qualität der zu einer photographischen Aufnahme verwendeten Platte, sowie auf die an gewöhnlichen Gegenständen vorkommenden Abstände der Lichtintensitäten (welche zwischen 1 bis 30 liegen) Rücksicht genommen.

Hurter und Driffield nehmen an, dass diese beiden Factoren die ausschlaggebenden für den Spielraum in der Belichtungszeit und die Erlangung gut abgestufter Halbtonbilder sind.

Man darf jedoch, trotz der hervorragenden Wichtigkeit dieser beiden Factoren nicht übersehen, dass dem Entwickelungs-Verfahren gleichfalls eine grosse Rolle bei der Herstellung der photographischen Negative zukommt und dass man z. B. durch Anwendung von sogen. „Verzögerern" (Bromkalium etc.) im Entwickler eine reichliche Ueberexposition bei Trockenplatten ausgleichen kann.

## III. Ueber Abweichungen von der Regel, dass die Stärke der photographischen Wirkung gleich dem Producte von Belichtungsdauer und Lichtintensität ist.

Für enge Grenzen gilt sowohl im Copirprocess auf Papier, als im photographischen Negativ-Verfahren die Regel: „Die Stärke der photographischen Wirkung ist gleich dem Producte von Belichtungsdauer und Lichtintensität."[1])

Bei sehr schwacher und andererseits bei sehr starker Lichtwirkung ist jedoch die Regel ungültig; es ist nämlich zur Auslösung der photo-

1) Vergl. Bd. I, Erste Abth., S. 291, 293 und 385; ferner dieses Heft S. 3.

chemischen Processe eine sogenannte „Anfangswirkung“ oder „photochemische Induction“ (s. Band I, Erste Abth., S. 291) nöthig, welche das „Beharrungsvermögen“ der empfindlichen Schicht (s. S. 6) überwindet.

Demzufolge bringen sehr schwache Lichteindrücke, auch wenn sie zu einer grossen Gesammtmenge sich summiren, häufig weniger Effect hervor, als eine kräftigere, wenn auch kürzere Lichtaction. Bei unempfindlichen photographischen Platten fällt dies stärker auf als bei hochempfindlichen. A. und L. Lumière konnten bei rapiden Bromsilbergelatine-Platten eine solche Anfangswirkung nicht nachweisen (s. Bd. I, Erste Abth., S. 293, ferner dieses Heft S. 22.), während dies Abney gelang [1]). Im Allgemeinen erfordern sehr schwache Lichtintensitäten eine unverhältnissmässig längere Belichtungszeit, als starke Lichtintensitäten (s. S. 3).

Abney belichtete eine wenig empfindliche Platte bei Normallicht (Amylacetat-Lampe) einmal 10 Sec. lang in einer Entfernung von 65 cm, das andere Mal 1440 Sec. bei einem Abstand der Lichtquelle von der Platte = 780 cm. In beiden Fällen war das Product von Zeit und Lichtintensität gleich und hätte dieselbe chemische Wirkung erfolgen sollen; trotzdem ergab die langandauernde Exposition bei schwachem Lichte nur den vierten Theil des Effectes bezüglich der Dichtigkeit des entwickelten Lichtbildes. Bei sehr unempfindlichen Platten ist diese Differenz sehr bedeutend, bei hochempfindlichen Platten decken sich aber die beiden Resultate fast ganz, so dass obige Regel für diesen Fall gilt, wenn die Lichtintensitäten nicht allzu stark von einander abweichen. Dies ist wahrscheinlich der Grund, warum wenig empfindliche Platten viel härtere Negative geben, als die empfindlicheren Sorten. — Abney fand ferner bei seinen Versuchen, dass eine intermittirende, rasch aufeinander folgende Belichtung (rotirender Spalt) weniger chemische Wirkung auf photographischen Platten ergibt, als eine gleich lange ununterbrochene Belichtung. Je grösser das Intervall (d. h. die Pause, in welcher keine Belichtung stattfand) bei der intermittirenden Beleuchtung war, um so geringer war der Effect der Belichtung, selbst wenn die gesammte Belichtungsdauer dieselbe geblieben war. Bei Moment-Belichtungen (rotirende Trommel) hat die Kürze der Belichtungszeit einen merklichen Einfluss auf die Dichte; eine Summe von sehr kurzer Momentbelichtung gibt ein weniger intensives photographisches Silberbild, als eine ebenso lange Wirkung längerer Belichtungen. — Lumière (s. o.), ferner Scheiner (s. S. 24), sowie Weber [2]) konnten eine relativ geringere

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1894. S. 373.

2) Phot. Mitth. 1894. Bd. 31, S. 71. (Weber arbeitete mit 10 bis 20 Unterbrechungen pro Secunde.)

Wirkung der intermittirenden Beleuchtung gegenüber einer ebenso langen continuirlichen Belichtung nicht nachweisen.

Bei Einwirkung sehr intensiven Lichtes nimmt die Dichte der photographischen Platte (mit Hervorrufung) nicht mehr zu, sondern bleibt anfangs stationär, später geht sie sogar zurück; diese Erscheinung nennt man Solarisation und wurde bereits im I. Bande, Erste Abth. erwähnt und wird in diesem Hefte noch näher beschrieben werden.

## IV. Ueber den Zusammenhang der photographischen Schwärzung mit der Intensität der Lichtwirkung.

Bei der Herstellung von Photographien handelt es sich nicht nur um die Wiedergabe von Weiss und Schwarz, sondern auch der Halbschatten.

Sind z. B. eine Reihe von Quadraten aus Papier *CBA* u. s. w. (Fig. 11) gegeben, die sich von Schwarz zu Weiss abstufen, so muss das umgekehrte Bild *EFD* derartig sein, dass es seinerseits beim Copiren die ursprünglichen Bilder wiedergibt, denn es besitzt das Jodsilber, Bromsilber, Chlorsilber etc. die Eigenschaft, ein Maximum der Intensität in einer gegebenen Expositionszeit (im Entwickler) zu erreichen (s. S. 4). Wenn aber diese Expositionszeit übertrieben wird, oder ungenügend ist, erscheint ein Negativ, dessen Töne nicht mehr mit dem Gegenstande übereinstimmen (s. oben).

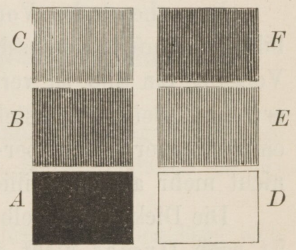


Fig. 11.
Wiedergabe der Halbschatten.

So giebt das Quadrat *B*, welches einen mittleren Ton hat, durch eine zu kurze Exposition den Abdruck *D*, und durch eine zu lange den Abdruck *F*, welche alle beide nicht zutreffend sind.

Dieser Punkt ist für den Photographen von äusserster Wichtigkeit, indem er eine der grössten Schwierigkeiten des practischen Verfahrens bildet.

Man muss nämlich bedenken, dass die unserem Auge wahrnehmbare „optische" Vertheilung zwischen Licht und Schatten, Hell und Dunkel, naturgemäss eine andere sein muss, als die Vertheilung der chemisch wirksamen Strahlen (s. Bd. I, Erste Abth., S. 361). Ferner läuft die Reduction des Silbers im Lichte nicht proportional der Zunahme der Lichtintensität; bald ist die Reduction unverhältnissmässig stark im Vergleich zur Lichtintensität (die Negative sind dann „hart"), bald ist die Reduction geringer, als sie zufolge des einfallenden Lichtes sein soll („flaue", „zu weiche" Negative). Demzufolge sind die Grenzen enge, innerhalb welcher sich correcte Negative herstellen lassen (s. S. 7).

## ZWEITES CAPITEL.

# THEORIE DER ENTWICKELUNG DES LATENTEN BILDES UND DER SENSIBILISATOREN.

### I. Die Entstehung des latenten Bildes ist ein mikrochemischer Process.

Der chemische Vorgang bei der Entstehung des latenten Lichtbildes verläuft in unmessbar kleinen Gewichts-Proportionen. Um über den Vorgang ein Bild zu verschaffen, sei folgende Berechnung des Verfassers erwähnt: Bei der Entstehung eines latenten Lichtbildes wird pro 100 qcm empfindlicher Bromsilber-Emulsion eine Menge Brom abgespalten, welche nicht mehr als ein Milliontel Gramm betragen dürfte [1]).

Die Dicke einer gelben Jodsilber-Schicht auf einer Daguerreotypplatte ist nach Dumas nicht grösser als $^1/_{1\,000\,000}$ (ein Milliontel) eines Millimeters [2]); die stärkere violette Chlorsilber-Schicht der zweiten Ordnung auf einer metallischen Silberplatte zu Becquerel's photochromischen Bildern ist $^1/_{1500}$ mm dick [3]). Fr. Kogelmann berechnet (unter Zugrundelegung der von der Physikern gemachten Annahme, nach welcher der Durchmesser eines Wasserstoff-Moleculs = 0,00000044 mm gesetzt wird), dass der Durchmesser des Bromsilbermoleculs = 0,000001 mm sei. Da nun das Bromsilberkorn in einer photographischen Emulsion beiläufig 0,001 mm Durchmesser hat (vergl. S. 52), so ergibt sich, dass in einem solchen Korne 1000 Millionen Molecüle Bromsilber enthalten sind. Davon wird nur ein kleiner Bruchtheil bei der Entstehung des Bildes zersetzt und der grössere im Fixirbade als unverändert entfernt.

---

1) Es wurde eine Gelatine-Emulsionsplatte sehr kurz (etwa $^1/_{20}$ Secunde) belichtet, die Schicht vom Glase abgeschabt und in Wasser gelöst; nach Zusatz von 0,000007 g Brom (in Form von äusserst verdünnter Bromtinctur) pro 0,2 g trockener Emulsion = 0,08 g $BrAg$, welche 100 qcm Glas bedeckten, verschwand der Lichteindruck (es erschien im Entwickler keine Reduction). Demnach muss das im Licht abgespaltene Brom weit unter der angegebenen Menge liegen, also schätzungsweise nicht mehr als ein Milliontel Gramm. (Eder.)

2) Historique et descriptions du Daguerreotypie rédigés par Daguerre; et augmentés par Lerebours et Susse. 1839. S. 18.

3) Becquerel, Annales de Chimie et de Physique. 1849—1855. Zenker's Lehrbuch der Photochromie. 1868. S. 24.

Um die erste Spur einer Violettfärbung („Schwärzung") von Bromsilber-Emulsion zu bewirken, ist ungefähr 1000mal mehr Licht nöthig, als zur Herstellung eines latenten entwickelungsfähigen Bildes. Die erste quantitativ nachweisliche Spur metallischen Silbers im geschwärzten Bromsilber erfordert wieder eine 1000mal stärkere Lichtwirkung als die Schwärzung. Und nach dem Beginne der Schwärzung muss man noch mehr als 1000mal exponiren, bevor man im belichteten Bromsilber die ersten Anzeichen einer Aenderung der chemischen Zusammensetzung quantitativ nachweisen kann.

Aus Allem geht hervor, dass die Entstehung des latenten Lichtbildes ein mikrochemischer Process ist, welcher sich unseren Wägungen bis jetzt entzog und auf dessen Natur nur durch gewisse Reactionen geschlossen werden kann.

## II. Eintheilung der Entwickelungs-Methoden in chemische und physikalische.

Die Theorie der zahlreichen bis heute entdeckten Negativprocesse erscheint im Principe einfach; durch zahlreiche Nebenumstände ist sie aber thatsächlich sehr complicirt.

Als Grundprincip der Entstehung des latenten Lichtbildes lässt sich angeben, dass in äusserst kurzer Zeit (im Sonnenlicht in günstigen Fällen in $^1/_{100\,000}$ Secunde) eine Zersetzung von Silberbromid in Silbersubbromid und Brom nach dem Schema

$$2\,AgBr = Ag_2Br + Br$$

stattfindet und dass Jodsilber, Chlorsilber analoge Processe erleiden, während viele Sauerstoffsalze des Silbers z. B. das citronensaure Silberoxyd u. A. im Lichte vielleicht in Oxydulsalze übergehen mögen. Ausserdem sind in einigen Fällen rein mechanische (physikalische) Veränderungen der Silbersalze im Lichte als Haupt- oder Neben-Ursachen der Entstehung eines entwickelungsfähigen Bildes zu betrachten. Die chemisch oder physikalisch durch das Licht veränderten Silbersalze zeigen nun ein wesentlich verschiedenes Verhalten gegen gewisse chemische Agentien (sogen. Entwickler) als das nicht veränderte. Entweder 1. ziehen die belichteten Theile Dämpfe z. B. Quecksilber-, Wasser-Dämpfe etc.) oder im Entstehungszustande ausgeschiedene Metallpartikelchen an (z. B. das aus Eisenvitriol und Silbernitrat sich ausscheidende Silberpulver etc.), ohne sich in ihrer Substanz selbst zu verändern. Oder 2. es werden die belichteten Theile von starken Reductionsmitteln leichter als die nicht belichteten reducirt und dann wird die Silberverbindung an den betreffenden Theilen in ihrer Substanz selbst geändert; nämlich sie erleidet eine Reduction, d. i. eine chemische Zersetzung.

Die erste Art, das unsichtbare Lichtbild zu entwickeln, nennt man Entwickelung durch Anziehung, durch Präcipitation (Sutton[1]) oder physikalische Entwickelung (H. W. Vogel); die zweite Art: Entwickelung durch Reduction (Sutton) oder chemische Entwickelung (H. W. Vogel).

Wie principiell verschieden diese beiden Arten der Entwickelung das Bild zum Vorschein bringen, zeigen Fig. 12 und 13. Fig. 12 stellt dar, wie eine belichtete Jodsilberschicht, z. B. im nassen Collodion-Verfahren, an den vom Licht getroffenen Stellen bei der physikalischen Entwickelung Silberpulver (welches aus Eisenvitriol- und Silbernitrat-Lösung allmählich ausgeschieden wird) angezogen wird, so dass über der Jodsilberschicht ein Silberbild anwächst. Dagegen wird bei der

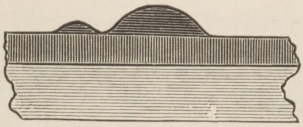


Fig. 12.

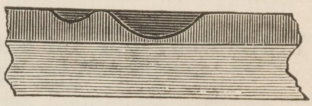


Fig. 13.

Vorgang während der Entwickelung.

chemischen Entwickelung einer Bromsilberschicht (z. B. Bromsilber-Emulsion mit Eisenoxalat-Entwickelung) die empfindliche Schicht selbst (von der Oberfläche ins Innere hinein) reducirt (Fig. 12), ohne dass von aussen metallisches Silber hinzukommen würde, welche Beobachtung zu-

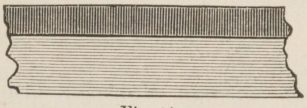


Fig. 14.

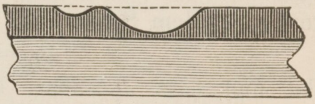


Fig. 15.

Vorgang während der Entwickelung.

erst Major Russel kurz nachdem er die alkalische Pyrogallus-Entwickelung im Jahre 1862 entdeckt hatte, mittheilte[2]).

Ein leichter Versuch genügt zur Herstellung des Beweises dieser Ansicht.

Uebergiesst man das physikalisch entwickelte Bild einer nassen Collodionplatte (ohne zu fixiren) von Fig. 12 mit Salpetersäure, so löst sich das metallische Silber, aus welchem das Bild besteht, auf und es bleibt eine ebenso dichte und gleichmässige Jodsilberschicht zurück, als Anfangs vorhanden war, wie Fig. 14 zeigt. Wird eine chemisch entwickelte Bromsilber-Emulsionsplatte aber analog behandelt und mittels Salpetersäure das metallische Silberbild aufgelöst, so werden jene Stellen, welche das Bild zeigten, dünner (transparenter), ein Beweis, dass das zur Bilderzeugung dienende Silber aus der Bromsilberschicht selbst

1) Brit. Journ. of Phot. 1873. Bull. Soc. franç. 1873. S. 78.
2) S. Phot. Archiv. 1865. S. 272.

stammte. Die zurückbleibende Schicht zeigt dann das Aussehen von Fig. 15 und an Stelle eines Negativs erscheint ein Transparent-Positiv.

Auf dieses charakteristische Unterscheidungs-Merkmal zwischen einer chemisch und einer physikalisch entwickelten Platte gegen Salpetersäure machte schon Russel[1]) gelegentlich seiner Polemik gegen Carey Lea's Annahme einer rein physikalischen Lichtwirkung beim Nagativ-Verfahren aufmerksam und Lea erkannte den Unterschied an[2]). Es wirkt übrigens auch ebenso eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd (von Carey Lea für Collodion-Emulsion[3]), von Eder und Tóth für Gelatine-Emulsion[4]) erprobt, Chromsäure (Obernetter[5]) oder eine Lösung von Kaliumbichromat gemischt mit Schwefelsäure oder Salpetersäure[6]).

Völlig beweisend ist auch das von Schnauss (1853) ausgeführte Experiment, dass auf belichtetem Jodsilber durch Gallussäure allein kein Bild entsteht, und Jodsilber gar nicht verändert wird. Beimischung von Silbernitrat zur Gallussäure bewirkt sofort das Entstehen des Bildes[7]).

Jodsilber, Bromsilber etc. wird demnach nicht bei der „physikalischen", sondern nur bei der „chemischen" Entwickelung reducirt.

## III. Chemische Zersetzung, welche das Entstehen eines latenten Lichtbildes verursacht. Chemische und optische Sensibilisatoren.

Wenn es auch sehr schwer, ja vielleicht unmöglich ist, die Haupt- und Nebenproducte im latenten Lichtbilde analytisch nachzuweisen, so kann man doch aus verschiedenen Reactionen auf die Natur des Lichtbildes schliessen.

Höchst wahrscheinlich entstehen bei kurzer Lichtwirkung dieselben Zersetzungsproducte des Brom-, Chlor- und Jodsilbers wie bei langer. Aus diesem Analogie-Schluss folgert man, dass Spuren von Silbersub-

1) Brit. Journ. 1865. Phot. Archiv. 1865. S. 326. Im Jahre 1868 gründete Russel darauf eine ausführlicher beschriebene Methode zur Umwandlung von Negativen in Positive (Phot. Archiv. 1868. S. 245).

2) Phot. Archiv. 1865. S. 272.

3) Phot. Archiv. 1865. S. 273; aus Brit. Journ. of Phot.

4) Eder's Theorie und Praxis der Photographie mit Bromsilbergelatine. 1. Aufl. 1881. S. 86; 2. Aufl. 1883. S. 234.

5) Phot. Mitth. 1882. Bd. 19, S. 177. Obernetter nimmt 2proc. Chromsäure-Lösung.

6) Obernetter nimmt 1 Th. Kaliumbichromat, 5 Th. Salpetersäure und 100 Th. Wasser (Phot. Mitth. 1882. Bd. 19, S. 177).

7) Archiv d. Pharmacie. (2.) Bd. 74, S. 1. Dingler's Polytechn. Journ. 1853. Bd. 130, S. 75.

bromid, -chlorid oder -jodid entstehen (vergl. S. 28). In der That genügt die in früherer Zeit gemachte Annahme der Entstehung metallischen Silbers nicht zur Erklärung der Entwickelung von Bromsilber-Emulsion mit alkalischer Entwickelung; dagegen erfolgt diese ungezwungen aus der Annahme, dass Silbersubbromid leichter als Silberbromid reducirbar ist.

Fügt man zu belichtetem Bromsilber etc. freies Brom, so wird der latente Lichteindruck zerstört. Aehnlich wirkt Chlor, Jod und sogar Sauerstoff (Oxydationsmittel), was zur Annahme berechtigt, dass es ein Silberoxybromid gibt, welches ungefähr ebenso schwer als das normale Silberbromid reducirt wird.

Wenn die chemische Veränderung, welche Bromsilber, Chlorsilber etc. im Lichte erleidet, in seiner Spaltung in Brom und Silbersubbromid besteht, so kann man die hypothetische Zersetzungs-Gleichung

$$2\,AgBr = Ag_2Br + Br$$

annehmen.

Für diese Annahme sprechen folgende Versuche: Wird eine mit Bromsilber-Collodion überzogene versilberte Glasplatte nach dem Belichten und Entwickeln mit alkalischem Pyrogallol mit Aether-Alkohol behandelt, so löst sich die ganze Collodionschicht ab. Die Silberschicht des versilberten Glases ist nach Warnerke[1]) dann gerade unter den Bildstellen angegriffen, wahrscheinlich zufolge der Brom-Ausscheidung. — Poitevin[2]) presste eine Schicht von Jodsilber-Collodion (welches mit $KJ$-Ueberschuss hergestellt und deshalb für sich allein sehr unempfindlich war) auf eine metallische Silberplatte oder auf eine Schicht von trockenem Silbernitrat-Collodion; es entstand nun rasch auf dem Jodsilber-Collodion ein mit Silbernitrat und Pyrogallol entwickelbares Bild, offenbar weil das entweichende Jod Gelegenheit zur Verbindung fand; ohne die metallische Silberunterlage wäre es viel langsamer entstanden.

Es liegt in der Natur der Sache und ist eine Stütze der gegebenen Theorie, dass alle jene Substanzen, welche Brom, Jod und Chlor binden, diese Spaltung befördern, zufolge der „prädisponirenden Verwandtschaft". Solche Substanzen, welche die Lichtempfindlichkeit erhöhen, nennt man „Beschleuniger" oder, nach H. W. Vogel's Vorschlag, „Sensibilisatoren".

Die ersten Spuren der Theorie der „Beschleuniger" oder „Sensibilisatoren" lassen sich bis auf die Anfänge der Daguerreotypie zurückverfolgen. Es nahm Choiselat und Ratel schon 1843 an, dass durch

1) Phot. Mitth. 1878. Bd. 15, S. 71 und 142.

2) Bull. Soc. franç. Phot. 3. Aug. 1866. Poitevin's Traité des impressions photogr. 1883. S. 257.

die Lichtwirkung aus dem Silberjodid Jod abgespalten werde, welches von der Silberplatte absorbirt werde und sie schrieben[1]): „Es scheint uns, dass die Rolle der beschleunigenden Substanzen (bei der Daguerreotypie) der Kraft dreier Ursachen zuzuschreiben ist: 1. der innigen Mischung mit dem Jod, 2. der Verwandtschaft mit dem Jod und 3. endlich dem status nascens, in welchem sich letzteres befindet". Sie vermutheten ferner, dass solche Beschleuniger entweder in Lösungen oder am besten in Gasform angewendet werden können.

Einzelne Daten von Sensibilisation waren bald bekannt und zwar zunächst beim Jodsilber. Das Jodsilber zeigt nämlich eine auffallend verschiedene Empfindlichkeit gegen Entwickler, je nachdem es mit überschüssigem Jodkalium oder mit überschüssigem Silbernitrat gefällt ist; auch wenn in beiden Fällen gut gewaschen wird, ist das letztere empfindlicher.

Allerdings gibt auch reines Jodsilber, durch Jodiren von versilberten Glasspiegeln hergestellt, ein mit Pyrogallol- und Silbernitrat entwickelungsfähiges Bild, ebenso wie Jodsilber auf Papier, welches mit überschüssigem Jodkalium präparirt und gewaschen wird (Carey Lea).

Aber es ist die Lichtempfindlichkeit des so erzeugten Jodsilbers gering, wie schon daraus hervorgeht, dass man am Lichte Jodsilber-Collodionplatten mit überschüssigem Jodkalium herstellen kann, welche erst vor dem Gebrauch mit Silbernitrat sensibilisirt werden[2]).

Jodsilber bei Gegenwart von Jodkalium belichtet, gibt gar kein entwickelungsfähiges Bild und nach dem Auswaschen des Jodkaliums entsteht das Bild so langsam, dass manche Forscher es als ganz unempfindlich oder nicht nachweislich empfindlich bezeichneten (H. W. Vogel, Schnauss u. A.), während Reissig[3]) und Carey Lea[4]) nachwiesen, dass dasselbe ein mit Eisenvitriol und Silbernitrat entwickelungsfähiges Bild gibt, wenn auch in viel längerer Zeit als das mit überschüssigem Silbernitrat gefällte [darauf beruht die nunmehr fallen gelassene Schnauss'sche Eintheilung[5]) des Jodsilbers in die „empfindliche und die unempfindliche Modification" oder $+ AgJ$ und $- AgJ$].

1) Compt. rendus. Juli 1843. Bd. 17, No. 4. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 89, S. 360.

2) Ein etwa entstandenes Lichtbild auf Jodsilber verschwindet bei Gegenwart von Jodkalium rasch (vergl. auch S. 50 über das Zurückgehen des latenten Lichtbildes).

3) Phot. Corresp. 1866. S. 109, aus Sitzungsber. d. Wiener Acad. d. Wissensch.

4) Ebendaselbst.

5) Archiv der Pharmacie. Bd. 74. Phot. Corresp. 1866. S. 29. Ferner: Phot. Archiv. 1860. S. 115 und 125. Archiv. 1870. S. 274.

Poitevin[1]) setzte 1863 dem „unempfindlichen", d. h. mit einem Ueberschuss von löslichem Jodid präparirten und gewaschenen, Jodsilber organische Substanzen zu. Er versuchte u. A. Säuren, Gummi, Albumin, Gelatine, Zucker, Honig, Lösungen von Harz in Alkohol, Terpentinöl, Salicin, Alloxatin, aber keines davon gab ihm Empfindlichkeit. Anders verhält sich nach seinen Versuchen das Tannin; dieses gibt, ebenso wie Silbernitrat, dem Jodsilber seine volle Empfindlichkeit; es ist demnach als Sensibilisator anzusehen. Poitevin fand, dass in ähnlicher Weise, wie Tannin, auch das schwefelsaure Eisenoxydul und Gallussäure wirken. Er betonte die reducirende Wirkung dieser Substanzen und gründete auf diese Thatsache ein Trockenverfahren, welches darin bestand, dass eine Jodsilber-Collodionplatte mit überschüssiger Jodkaliumlösung behandelt wurde, wobei sie ihre Empfindlichkeit verlor; nach dem Uebergiessen mit einer 5proc. Tanninlösung aber wurde sie wieder sensibilisirt und konnte nach der Belichtung mit Eisen- und Silbernitrat hervorgerufen werden.

H. W. Vogel fasste den Begriff der Sensibilisatoren als Mittel zur Beförderung der Absorption von Jod, Brom und Chlor zuerst scharf und präcise auf, hatte aber Prioritäts-Anfechtungen von Poitevin zu erleiden, welcher allerdings den Satz in ähnlicher aber unklarer Weise ausgesprochen hatte[2]).

Nach Carey Lea[3]) soll es bei den Sensibilisatoren weniger auf die Verwandtschaft zum Jod als zum Sauerstoff ankommen; er meinte, die chemischen Sensibilisatoren müssen Reductionsmittel sein. Dieser Ansicht trat H. W. Vogel energisch entgegen[4]), weil z. B. Silbernitrat oxydirend wirke und doch ein ausgezeichneter Sensibilisator sei, offenbar weil es stark Jod absorbirt.

Die sogenannten Sensibilisatoren erhöhen nicht nur die „photochemische", sondern auch die „photographische" Empfindlichkeit (H. W. Vogel) und letztere wollen wir hier ins Auge fassen.

Die Weise, in welcher die Absorption von Jod etc. durch den Sensibilitator vor sich geht, variirt von Fall zu Fall.

Bei Gegenwart von Silbernitrat, also im sogen. nassen Collodionprocess, findet nach H. W. Vogel, Abney[5]), Reisig[6]) u. A. folgender Process statt:

I. $12\,AgJ = 6\,Ag_2J + 6\,J$,

II. $6\,J + 6\,AgNO_3 + 3\,H_2O = 5\,AgJ + AgJO_3 + 6\,HNO_3$.

---

1) Bull. Soc. franç. S. 306. Phot. Archiv. 1867. S. 66.

2) Vogel's Lehrbuch der Photographie. Phot. Mitth.

3) Beiblätter zu Poggendorff's Annal. Phys. 1877. Bd. I, S. 463. Phot. Mitth. Bd. 14, S. 142.

4) Phot. Mitth. Bd. 14, S. 142.

5) Abney's Instruction in Photography. 1882. S. 3.

6) Phot. Corresp. 1867. S. 149.

Also entsteht bei der Belichtung Silbersubjodid, Salpetersäure, jodsaures Silber (Silberjodat) und frisches Jodsilber.

Jodsilber unter schwefligsaurem Natron (Natriumsulfit) gibt nach H. W. Vogel im Lichte den hypothetischen Process:

$$12\,AgJ + 3\,Na_2SO_3 + 3\,H_2O = 6\,Ag_2J + 6\,HJ + 3\,Na_2SO_4.$$

Das unter Natriumsulfit entstandene Lichtbild hat somit eine andere Zusammensetzung als das unter Silbernitrat entstandene.

Nach H. W. Vogel wird das unter einer Silbernitrat-Lösung entstandene unsichtbare Jodsilber-Bild (auf Collodion) sowohl durch Jodkalium-Lösung (1 Procent während 25 Minuten), als durch gelbes Blutlaugensalz vernichtet; das unter reiner Silbernitrat-Lösung entstandene Bromjodsilber-Bild wird durch die genannten Agentien nur geschwächt; das unter gelbem Blutlaugensalz entstandene Jodsilber-Bild wird weder durch Jodkalium noch gelbes Blutlaugensalz zerstört; das bei Gegenwart gewisser organischer Substanzen (z. B. in alten Negativ-Silberbädern enthalten) entstandene Jodsilber-Bild wird durch Jodkalium-Lösung nicht zerstört[1]).

Aus allem geht hervor, dass die Sensibilisatoren nicht gleichartig wirken und Bilder von verschiedenem Verhalten geben.

Unter den Sensibilisatoren wirkt besonders kräftig das Silbernitrat. Eine concentrirte Silbernitrat-Lösung (etwa 1:10) steigert die Lichtempfindlichkeit des Chlor-, Brom- und namentlich des Jodsilbers, sowohl im nassen Collodion- als im trockenen Emulsions-Process. Die latente Lichtwirkung auf Jodsilber wird durch freies Silbernitrat enorm gesteigert; viel weniger bei Bromsilber. Silbernitrat steigert auch bei Chlorsilber die directe Lichtwirkung bedeutend. Beim gewöhnlichen nassen Negativ-Process macht man davon Gebrauch, indem man Jod-Bromsilber unter Silbernitrat belichtet; Abspülen des Silbernitrates macht die Platte unempfindlicher, obschon noch ganz kleine Mengen von Silbernitrat die Lichtwirkung wesentlich beschleunigen. Vogel erklärt diese Wirkung aus der grossen Verwandtschaft vom Silbernitrat zum Brom und Jod, welche die Zerspaltung im Licht sehr befördert. Das Silbernitrat ist ein stärkerer Sensibilisator als alle organischen Sensibilisatoren; die moderne alkalische Entwickelung gestattet aber auch mit Trockenplatten ohne überschüssiges Silbernitrat augenblickliche Aufnahmen. Uebrigens übt auch das Silbernitrat trotz seiner Farblosigkeit einen Einfluss auf die Farbenempfindlichkeit aus; es erhöht nämlich die Empfindlichkeit für die stark brechbaren Strahlen (Blau, Violett), weil nasse Jod- und Bromsilberschichten kräftiger die blauen Strahlen absorbiren als trockene (Vogel).

Als Sensibilisatoren wirken folgende Verbindungen:

Salpetersaures Quecksilberoxydul, Brechweinstein, Zinnsalz, schwefligsaures Natron, salpetrigsaures Natron und Soda, Aetzkali, arsenigsaures Natron, Tannin, Pyrogallol, gelbes Blutlaugensalz, welche nicht nur in

1) Phot. Corresp. 1871. S. 239.

Berührung mit Jodsilber dessen directe raschere Schwärzung im Lichte veranlassen, sondern auch die Entwickelungsfähigkeit vermehren. Damit überzogene trockene Jodsilber-Collodion-Platten geben beim Entwickeln (mit Eisenvitriol, Citronensäure und Silbernitrat) intensivere, kräftigere Negative. Wie Vogel[1]) gezeigt hat, absorbiren alle diese Körper energisch Jod.

Alle die erwähnten Sensibilisatoren steigern die Total-Empfindlichkeit gegen weisses Licht. Als gebräuchliche Sensibilisatoren für Jod- und Jodbrom-Collodion sind zu erwähnen: Albumin, Gelatine etc. (s. Collodion-Trocken-Verfahren); für Bromsilbergelatine: Natriumcarbonat, Silbernitrat (s. Gelatine-Process).

Die Wirkung der Sensibilisatoren erscheint noch verwickelter, wenn man ihren Einfluss auf die Farben-Empfindlichkeit berücksichtigt.

Der Zusatz eines Farbstoffes zu einer trockenen Bromsilber-Collodion-Platte steigert die Empfindlichkeit des Bromsilbers für jene Spectralfarben, welche der Farbstoff absorbirt. Auf diese Weise wird das Bromsilber für Farben stark empfindlich gemacht, für welche es sonst keine oder nur eine sehr geringe Lichtempfindlichkeit besitzt. Solche Körper nennt man optische Sensibilisatoren oder Farbensensibilisatoren. Manche Verbindungen aber zeigen die Eigenschaft, dass sie durch chemische Wirkung die Zersetzung durch das Licht beschleunigen; hierher gehören die Körper, welche Jod und Brom chemisch binden, also den Zerfall des Silbersubjodids etc. in Silber und Jod begünstigen. Solche Verbindungen nennt man chemische Sensibilisatoren.

Es ist eigenthümlich, dass gewaschenes Jodsilber (mit Silbernitrat-Ueberschuss gefällt) durch sogen. chemische Sensibilisatoren bedeutend lichtempfindlicher wird, so dass die günstige Wirkung derselben nicht angezweifelt werden kann. Bei Bromsilber ist dies nicht der Fall. Da bewirken Sensibilisatoren, wie Tannin, Pyrogallol und Morphin, oft sogar eine Verschlechterung der Schicht statt einer Verbesserung. Es ist dies aber nur bei Bromsilber, welches mit Silberüberschuss präparirt ist, bemerklich (vielleicht weil das Tannin auf $AgNO_3$ zersetzend wirkt und dann ein schwächerer Sensibilisator an Stelle des stärkeren tritt). Dagegen ist die Wirkung des Sensibilisators auf Bromsilber, in welchem das überschüssige Silbernitrat durch Chlorcalcium abgesättigt ist, sehr deutlich bemerkbar; die Bilder werden (mit alkalischer Entwickelung) viel kräftiger und reiner (s. u.).

Tannin wird häufig als Präservativ von Bromsilber- oder Jodbromsilber-Trockenplatten auf Collodion benützt. Das Tannin-Trockenverfahren (von Russell entdeckt) hat allgemeine Anerkennung gefunden. Auch als Präservativ zu Emulsionen wurde Tannin benützt. Es vermehrt die Empfindlichkeit der Bromjodsilber-Trockenplatten für Violett, keineswegs aber für Blau und Grün (H. W. Vogel).

---

1) Poggendorff's Annal. Bd. 195, S. 518. Phot. Corresp. Bd. 3, S. 63; Bd. 8, S. 182.

Gelatine ist ein Sensibilisator für Jod-, Brom- und Chlorsilber, wie man durch Ueberziehen von Collodion-Trockenplatten mit Gelatine nachweisen kann. Der Grund der hohen Empfindlichkeit von Gelatine-Emulsionen scheint allerdings hauptsächlich der Entstehung einer besonders bestimmten Bromsilber-Modification zuzuschreiben zu sein (s. Bromsilbergelatine-Emulsion).

Morphin steigert die Empfindlichkeit der silbernitrathaltigen Bromsilber-Collodion-Platten nicht, ja die Morphinplatten erschienen eher etwas weniger empfindlich als reines Bromsilber. Mehrere Tage alte Morphinplatten zeigen sich sehr merklich weniger empfindlich, als reine Bromplatten (Vogel, Mitth. XII, 231). Enthält aber das Bromsilber nur eine Spur $BrK$ oder $CaCl_2$, welches das freie Silbernitrat entfernt, so zeigt sich die sensibilisirende Wirkung des Morphins (H. W. Vogel[1]).

Salicin steigert die Empfindlichkeit des trockenen Bromsilbers für das gelbe und rothe Licht (Carey Lea[2]). Es wurde als „Präservativ" für Trockenplatten verwendet.

Ein geringer Harzzusatz (Colophonium, Schellack etc.) sensibilisirt sowohl Brom- als Jodsilber. Nach Abney[3]) sowie H. C. Vogel und Lohse[4]) steigert er die Empfindlichkeit des Bromsilbers für Roth und Gelb; jedoch ist dieser Effect nur sehr gering. Im Collodion-Trockenprocess wurden früher häufig Harze zugesetzt[5]).

Bei fast allen Sensibilisatoren ist die optische Absorption im Spiele. Silberlösung sensibilisirt deshalb so kräftig, weil nasse Jod- und Bromsilberschichten kräftiger die blauen Strahlen absorbiren als trockene.

Pyrogallol ist dagegen im trockenen Zustande ein besserer Sensibilisator als in Lösung, weil es in letzterer Form die chemischen Strahlen durchlässt; es muss also hier zur chemischen Wirkung auch die optische kommen, um eine günstige Wirkung zu erzielen[6]).

Auf viele Substanzen, namentlich Silberverbindungen, wirken so ziemlich alle Theile des Spectrums ein, am stärksten aber jene Strahlen, welche am stärksten absorbirt werden.

Die zersetzende Wirkung des Sonnenspectrums auf Verbindungen, z. B. Bromsilber, kann aber dadurch merklich gesteigert werden, dass man denselben Farbstoffe zusetzt; die Empfindlichkeit des Bromsilbers wird dann für jene Strahlen gesteigert, welche von dem beigemengten Farbstoffe absorbirt werden (der Farbstoff braucht dabei gar keine chemische Zersetzung zu erleiden). Dadurch ist man im Stande, die Empfindlichkeit der Silbersalze für rothe, gelbe und grüne Strahlen sehr bedeutend zu erhöhen. Diese Entdeckung H. W. Vogel's führte zur orthochromatischen Photographie. Nicht alle Farbstoffe sind Sensibilisatoren, sondern nur gewisse Gruppen derselben zeigen eine kräftige

---

1) Phot. Mitth. Bd. 13, S. 30. Poggendorff's Annal. Bd. 153, S. 228. Phot. Corresp. Bd. 11, S. 202.

2) Fortschritte der Physik. 1874. S. 597.

3) Poggendorff's Annal. Bd. 169, S. 297.

4) Ebendaselbst.

5) S. Capitel: Trocken-Verfahren.

6) Phot. Mitth. Bd. 9, S. 133. Poggendorff's Annal. Bd. 153, S. 228.

Wirkung, z. B. die Gruppe des Fluoresceïn- und Eosinfarben (Eosin, Erythrosin, Rose bengal, Rhodamin etc.), gewisse Chinolinfarben, (Cyanin, Chinolinroth, H. W. Vogel, Acridinfarben (Eder und Valenta), Cocollin, Anilinroth, Naphthalinroth, Chlorophyll etc.; viele Farbstoffe zeigen nur eine sehr schwache sensibilisirende Wirkung, manche derselben gar keine. Ferner ist zu beachten, dass jedem Farbstoffe nur in einer bestimmten Concentration eine günstige Wirkung als Sensibilisator zukommt; zu starke Farbstoffzusätze drücken die Gesammtempfindlichkeit der photographischen Platte stark herab, ohne dass die relative Farbenempfindlichkeit gewinnen würde, ja letztere wird sogar geschädigt; bei zu geringem Farbstoffgehalt ist die Wirkung des Farbstoffs unbedeutend. Ueber diesen Gegenstand wurde bereits auf Seite 251 des I. Bandes, Erste Abth., sowie im III. Bande dieses Werkes berichtet (vergl. auch diesen Band, weiter unten).

An dieser Stelle soll nur auf die vermuthlichen Ursachen hingewiesen werden, welche veranlassen, dass manche Farbstoffe sensibilisirend auf Brom- und Chlorsilber wirken.

Sobald ein Farbstoff auf Bromsilber oder Chlorsilber etc. aber überhaupt sensibilisirend wirkt, gehorcht er der Absorptionsregel, d. h. das Maximum der sensibilisirenden Wirkung des Farbstoffes auf der photographischen Platte entspricht dem Absorptionsbande des Farbstoffes, jedoch fallen beide Maxima nicht genau zusammen, sondern das Sensibilisirungsmaximum ist etwas gegen das rothe Ende des Spectrums verschoben, wie bereits H. W. Vogel erkannte und Eder durch spectrographische Messungen genauer feststellte, indem er angab, dass diese Verschiebung bei verschiedenen Farbstoffen verschieden ist und z. B. von 16 bis 27 Milliontel Millimeter der Wellenlängen des Lichtes an den betreffenden Maximas beträgt[1]).

Eder erklärt diese Erscheinung dadurch, dass bei Farben-Sensibilisatoren die Absorption des gefärbten Bromsilbers in Betracht kommt; das Sensibilisirungsmaximum entspricht sehr annähernd dem Absorptionsmaximum des gefärbten Bromsilbers, welch letzteres stets weiter gegen Roth zu verschoben ist, als das Absorptionsmaximum des reinen Farbstoffs oder der damit gefärbten Gelatine.

Eine andere Theorie zur Erklärung der Differenzen zwischen Absorptions- und Sensibilisirungsmaximum gab E. Wiedemann[2]). Er geht von der bekannten Annahme aus, dass bei der Absorption eines Lichtstrahles die Amplitude der Schwingungen im absorbirenden Molecul auf Kosten derjenigen im einfallenden Lichtstrahl vergrössert wird. Die in diesen Schwingungen vorhandene Energie wird dann in Wärme (oder

1) S. Eder, Sitzber. d. Acad. d. Wissensch. in Wien (auch Bd. III dieses Werkes).
2) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1890. S. 219.

chemische Arbeit) verwandelt. Diese Vorgänge können als eine Art Dämpfung aufgefasst werden. Ist $d$ die Amplitude des einfallenden Lichtes, $\alpha$ eine dem Absorptionscoëfficienten entsprechende Grösse, $\beta$ eine Grösse, welche die Dämpfung misst, so ist die Amplitude $\delta$ in den absorbirenden Theilchen zur Zeit $t$ nach Beginn des Versuches, wenn $C$ eine Constante ist.

$$\delta = C\frac{\alpha d}{\beta}\left(1 - e^{-\beta t}\right).$$

Die grösste Amplitude, welche überhaupt entstehen kann, ist

$$D = C\frac{\alpha\delta}{\beta}.$$

Ist ein Körper durch einfallendes Licht zersetzbar, so tritt Zersetzung ein, wenn in Folge der Absorption die Amplitude $\delta$ im Molecul eine bestimmte Grösse erreicht hat, bleibt der Maximalwerth von $\delta$ d. h. $D$ unter einer bestimmten Grösse, so kann überhaupt keine Zersetzung stattfinden. Der Werth von $D$ hängt aber einmal von $\alpha$ und dann von $\beta$ ab; ist $\alpha = 0$, d. h. ist die Absorption Null, so ist auch $D = 0$, also die chemische Wirkung Null; ist $\beta$ sehr gross, findet also die Umwandlung der Bewegung innerhalb des Moleculs sehr schnell statt, so zeigt sich trotz starker Absorption keine Zersetzung. Nun ist $\beta$ wahrscheinlich für die Stellen der stärksten Absorption am grössten, daher kann, wenn wir mit der betreffenden Substanz eine Platte sensibilisiren, sehr wohl für einfallende Strahlen, die diesem Maximum entsprechen, nicht das Maximum der Empfindlichkeit (Sensibilisirungsmaximum) eintreten, sondern für eine benachbarte. (Nach unserer Anschauung ist das Maximum der Sensibilisirung stets mit dem Maximum der Absorption im gefärbten Bromsilbermolecul identisch; dagegen tritt im Vergleiche zum Absorptionsmaximum der reinen Farbstoffe eine Verschiebung des Sensibilisirungsmaximums nach Roth zu ein, weil auch das Absorptionsmaximum des gefärbten Bromsilbers sich im selben Sinne verschiebt. Eder.)

Es ist bemerkenswerth, dass Bromsilber in Form von Collodion-Emulsion ziemlich leicht durch Farbstoffe zu sensibilisiren ist, (namentlich von Eosinfarben, Fluorescein etc. bei Gegenwart von Spuren von Silbernitrat); weniger intensiv treten die Sensibilisirungsmaxima bei Bromsilbergelatine-Platten hervor; Chlorsilber und Chlorbromsilber-Emulsionen sind besonders leicht zu sensibilisiren, auch in Form von Gelatine-Emulsion, worauf Eder zuerst aufmerksam machte. Baron Hübl zeigte (in Uebereinstimmung mit der früheren Publication Eder's), dass z. B. Chlorbromcollodion-Emulsion durch Cyanin weit besser sensibilisirt wird, als reines Bromsilbercollodion. Es ist bemerkenswerth, dass sich Jodsilber sowohl im Collodion- als Gelatine-Emulsionsverfahren durch Farbstoffe nur sehr schlecht sensibilisiren lässt; so z. B. stören einige Procent Jodsilber in Bromsilbergelatine-Emulsion bereits die sensibilisirende Wirkung der Farbstoffe und dasselbe tritt im nassen Collodion-Verfahren ein, sobald man an Stelle des eosinhaltigen Bromsalzcollodions ein Gemisch von Jod- und Bromsalzcollodion verwendet.

Es drängt sich uns die Frage auf: Welche Farbstoffe sind Sensibilisatoren? Nach Eder müssen die Farbstoffe 1. das Bromsilberkorn

selbst färben und 2. sie müssen in trockenem Zustande (oder richtiger in gefärbtem Bromsilber) auch in bedeutender Verdünnung ein intensives Band im Absorptionsspectrum geben. Fluorescenz-Erscheinungen haben keinen Einfluss auf die sensibilisirende Wirkung, ebenso wenig wie die Lichtechtheit oder Unechtheit der Farbstoffe (Eder).

## IV. Physikalische Ursachen, welche das Entstehen eines entwickelungsfähigen latenten Bildes bewirken. Druck-Bilder.

Es ist bekannt, dass ausser Licht noch andere Kräfte, wie Elektricität und Wärme, auf photographische Platten eine unsichtbare Wirkung äussern können, welche durch die sogen. photographischen Hervorrufungs-Lösungen ähnlich wie Lichtbilder sichtbar gemacht werden können (vergl. Thermographie und Electrographie Bd. I dieses Werkes).

Ausser Licht, Wärme und Elektricität kann auch blosser mechanischer Druck denselben Effect machen, d. h. es existirt eine Art entwickelungsfähiger Bilder, welche ohne chemische Veränderung der Grundsubstanz zum Vorschein gebracht werden können.

Ueber die Hauchbilder wurde schon abgehandelt (Bd. I).

Bei jenen photographischen Negativ-Processen, bei welchen das Lichtbild „physikalisch entwickelt" wird, ist es nachgewiesen, dass eine physikalische Action des Lichtes oder eine physikalische Wirkung anderer Art, z. B. mechanischer Druck, genügt, um ein entwicklungsfähiges Bild zu geben; allerdings kann derselbe Effect auch durch eine rein chemische Zersetzung (im Licht oder ohne dasselbe) erzielt werden. Oft mögen Fälle vorkommen, in welchen beide Wirkungen nebeneinander laufen.

Dagegen muss bei jenen Negativ-Processen, bei welchen das Lichtbild „chemisch entwickelt" wird, in allen bis jetzt beobachteten Fällen eine chemische Lichtwirkung vorausgegangen sein.

Die Entwickelung einer nassen Jod-Collodionplatte und dergl. beruht darauf, dass die belichteten Stellen das pulverige metallische Silber (aus $FeSO_4 + AgNO_3$) anziehen.

Diese Anziehung von Niederschlägen kann auch in Folge einer mechanischen oder physikalischen molecularen Veränderung vor sich gehen. Z. B.: Lagert sich ein entstehender Niederschlag von phosphorsaurer Ammon-Magnesia oder Weinstein an den Wandungen eines Becherglases insbesondere dort ab, wo man mit einem Glasstab reibt.

Wenn man eine reine Glasplatte mit dem warmen Finger berührt[1]), mit einem reinen Glasstab darauf schreibt[2]) oder stellenweise mit Flusssäure[3])

1) Hardwich, Manual der photogr. Chemie. 1863. S. 50.
2) H. W. Vogel, Phot. Monatshefte. Sept. 1862.
3) Liesegang, Phot. Archiv. Phot. News. 1875. S. 546.

ätzt, dann mit Jodcollodion überzieht, silbert und mit Eisenvitriol entwickelt, so bringt dieser ein entschiedenes Bild hervor, ohne dass das Licht gewirkt hätte. Deshalb erscheinen oft allerlei Fehler (Bildspuren früherer Matrizen etc.) auf schlecht gereinigten Platten.

Carey Lea zeigte, dass Jodsilber im nassen Collodion-Verfahren durch einen mässigen Druck in solcher Weise beeinflusst wird, dass die gedrückte Stelle dann bei der physikalischen Entwickelung (Eisenvitriol und saure Silberlösung) ausgeschiedenes Silbermetall anzieht, gerade so, als ob es zuvor belichtet worden wäre[1]). Bei der Wiederholung gelangen dem Verfasser diese Versuche nicht nur beim Jodsilber, sondern auch beim Bromsilber im nassen Collodion-Verfahren und zwar nach einem ganz leichten Druck mit einem Glaskörper. Auch Aimé Girard bestätigte diese Angabe und fand, dass verschiedene Collodion-Trockenplatten (Tannin, Eiweiss) gleichfalls Druckbilder, aber schwächer, geben[2]).

Trockene Platten (Gelatine- oder Collodion-Emulsion) einem mässigen Druck ausgesetzt und mit einem chemischen Entwickler (alkalische Pyrogallussäure, Kalium-Ferrooxalat) übergossen, geben nicht ein Bild der gepressten Stelle. Während also durch schwachen mechanischen Druck auf Bromsilber (ohne Lichteinwirkung) mit physikalischer Entwickelung Bilder erhalten werden können, liefert die chemische Entwickelung keine derartige, durch schwachen mechanischen Druck erzeugte Bilder.

Schreibt man aber mit Elfenbein-, Gold-, Silber-Griffel (mit stumpfer Spitze) mit ziemlich starkem Druck auf eine nicht belichtete Bromsilbergelatine-Platte und entwickelt sie dann, so werden die beschriebenen Stellen im Entwickler schwarz, als ob sie belichtet worden wären. Es wirkt also ein starker Druck auf Bromsilber mit Hervorrufung ähnlich wie Licht. Wird der Druck enorm gesteigert, so können die Silberhaloïdsalze (*AgCl*, *AgBr*, *AgJ*) sogar eine directe Schwärzung erleiden, auch wenn man keine Entwickler anwendet. Dies bewies Carey Lea, welcher *AgCl*, *AgBr* und *AgJ* zwischen Platinplatten einem Druck von 500 Metercentnern pro Quadratzoll aussetzte und eine Schwärzung der Silbersalze constatirt (Eder's Jahrb. f. Photogr. für 1893. S. 272).

Einen interessanten Versuch beschrieb Warnerke[3]). Er schrieb auf eine Gelatineplatte mit einem Elfenbeingriffel, ohne die Schicht zu zerkratzen; dann belichtete er, und nach dem Belichten schrieb er in gleicher Weise ein anderes Wort.

---

1) Silliman's Americ. Journ. (2.) Bd. 42, S. 198. Phot. Archiv. 1866. S. 111.

2) Phot. Archiv. 1866. S. 161.

3) Phot. Archiv. 1881. S. 120. Vergl. auch Abney, Phot. News. 1883. S. 369 und 381, welcher findet, dass stark gedrücktes Bromsilber sich gleich einem belichteten im Entwickler schwärzt.

Beim Entwickeln erschienen die vor dem Belichten geschriebenen Zeichen hell auf dunklem Grunde, die nach der Belichtung geschriebenen kommen zum Theil gar nicht, zum Theil dunkler als der Grund. Daraus folgert Warnerke, dass nicht etwa durch den Druck der Entwickler verhindert ist, so rasch zu wirken, wie auf die anderen Theile; es sei also die Empfindlichkeit des Bromsilbers durch das Zusammendrücken vermindert worden. Durch Aufquellen der Schicht im Wasser wird sie aber wieder hergestellt (Abney).

Die Thatsache, dass eine rein mechanische Wirkung in ähnlicher Weise wie eine Lichtwirkung entwickelungsfähige Bilder erzeugen kann, führte auf die Idee, dass auch das Licht bei den photographischen Processen mit „Hervorrufung" nur physikalisch (nicht chemisch) wirke.

Diese Theorie hatte zuerst Moser bei seinen Erklärungs-Versuchen des Daguerreotypie-Processes aufgestellt (vergl. Theorie der Daguerreotypie, weiter unten). Für den nassen Collodion-Process und andere Methoden mit „physikalischer Entwickelung" wies insbesondere Carey Lea durch zahlreiche Versuche nach, dass das entstehende Bild entweder ausschliesslich oder zum Theil einer physikalischen Veränderung des Jodsilbers zuzuschreiben sei[1]).

Zunächst wies Carey Lea nach, dass das mit überschüssigem Jodkalium auf Papier oder Collodion hergestellte Jodsilber, sowie das durch Jodiren (mit Jodtinctur) von Silberspiegeln auf mattem Glas hergestellte reine Jodsilber (selbst nach langer Zeit) keine nachweisliche chemische Zersetzung erfährt (s. Seite 33), aber dennoch eine physikalische Aenderung erleidet (vergl. die übereinstimmenden Angaben Bd. I, Erste Abth., S. 157). Es entsteht nämlich in einigen Secunden ein Lichtbild, welches mit Eisenvitriol und Silbernitrat-Lösung hervorgerufen werden kann, und welches beim Liegen der Platte im Finstern in 1 bis 2 Tagen verschwindet, was Lea als besondere Stütze der „physikalischen Theorie" betrachtet[2]) und in der That bei einem rein photochemischen nicht so auffallend auftritt (vergl. „Zurückgehen des Bildes", weiter unten).

Auf reinem Jodsilber (ohne Silbernitrat-Ueberschuss, oder durch Jodiren von Silberspiegeln dargestellt) kann das latente Bild nicht mit Jodkalium zerstört werden; wohl aber auf Jodsilber, welches unter Silbernitrat belichtet worden war (Reissig[3]) — ein Beweis, dass im ersteren Fall das latente Bild bloss einer Aenderung des molecularen Zustandes, im zweiten Fall einer chemischen Reduction von $AgJ$ zu $Ag_2J$ zuzuschreiben ist, ohne dass daneben ein entwickelungsfähiges latentes Bild entstanden wäre.

---

1) Phot. Archiv. 1865. S. 271 und 289; 1866. S. 73, 107, 109, 133, 135, 157, 159, 223; 1867. S. 50.

2) Carey Lea exponirte eine Jodsilberplatte 3 Stunden dem Sonnenlichte, liess sie im Dunkeln über Nacht liegen und erhielt dann in 2 Secunden darauf ein neues Bild. „Wie kommt es", frägt Lea, „dass ein Theil des Jodsilbers, nachdem ihn 3stündige Belichtung unverändert gelassen, am nächsten Tage durch eine Belichtung von 2 Secunden zersetzt wird?" (Phot. Arch. 1866. S. 159).

3) Phot. Corr. 1867. Phot. Archiv. 1867. S. 302. Hierzu muss bemerkt werden, dass nach Carey Lea (Phot. Archiv. 1866. S. 133, 135) das latente Lichtbild auf reinem Jodsilber (jodirten Glasspiegeln) durch Jodkalium, verdünnte Salpetersäure oder salpetersaure Quecksilberoxyd-Lösung gerade so zerstört wird, wie das Bild auf einer nassen Collodionplatte; aber gerade dem widerspricht Reissig, welcher die oben erwähnten charakteristischen Unterschiede fand.

Eine Taupenot- oder Fothergill-Collodion-Trockenplatte nach dem Belichten mit Fixirnatron fixirt und dann sofort oder mehrere Tage später bei vollem Tageslichte mit Pyro und Silber entwickelt gibt nach Young (1858[1]), Davanne und Bayard (1859[2]), Fothergill[3]), Hardwich[4]) das vollständige Bild.

Dagegen soll nach Davanne das entwickelungsfähige Bild verschwinden, wenn man es nach dem Belichten und Fixiren noch mit Salpetersäure behandelt.

Eine nasse Jod-Collodionplatte gesilbert, in der Camera exponirt, mit Fixirnatron fixirt, dann erst mit Eisenvitriol und Silbernitrat behandelt, gibt ein deutliches Bild (Carey Lea[5]); eine nasse Collodion-Platte, gesilbert, exponirt, mit salpetersaurer Quecksilberoxyd-Lösung behandelt, gibt sowohl metallisches Silber als Jodsilber ab, trotzdem gibt Eisenvitriol und Silbernitrat ein Bild (Lea).

Wird eine nasse Jod-Collodion-Platte exponirt und mit Eisenvitriol und Silbernitrat entwickelt, das Bild dann (vor dem Fixiren) mit salpetersaurer Quecksilberoxyd-Lösung oder Salpetersäure zerstört, so bringt derselbe Entwickler hinterher noch dasselbe Bild hervor (Carey Lea). Behandelt man ein entwickeltes und fixirtes Collodion-Negativ nach einander mit Salpetersäure und Cyankalium[6]) oder mit Kupferchlorid und hierauf mit Fixirnatron[7]), so wird jede sichtbare Bildspur zerstört. Wird das gewaschene Häutchen aber mit Pyro und Silbernitrat übergossen, so entwickelt sich wieder das Bild.

Davanne[8]) und mit ihm viele Andere erklären Young's Experiment dadurch, dass im Lichte Silbersubjodid entsteht, welches in Fixirnatron schon löslich ist und später unter Ausscheidung von metallischem Silber zersetzt wird; das letztere bildet Attractionspunkte für das pulverige Silber des Entwicklers. Wenn aber auch die letzten Reste metallisches Silber oder Silbersubjodid durch Quecksilberoxydsalze, Cyankalium etc. zerstört sind und doch ein Bild durch Attraction sich entwickelt, so bleibt wohl keine andere Erklärung, als eine physikalische Aenderung der Collodion-Schicht durch Anlagerung und Wieder-Auflösung von Silberpulver.

Später musste Carey Lea's Theorie der Gewalt der Russel'schen Experimente mit alkalischer Entwickelung weichen. Wenn schon im nassen Collodion-Verfahren das latente Bild jedenfalls ein chemischer (sei es nun neben einem oder ohne einen secundären physikalischen) Lichteindruck ist, welcher die Anziehung des pulverigen Silbers verursacht, so ist dies um so mehr beim Emulsions-Verfahren mit chemischer Entwickelung (Eisenoxalat oder Pyrogallus) der Fall. Denn das Jod-, Brom- oder Chlorsilber, welches durch chemische Reagentien reducirt wird, muss seiner chemischen

---

1) Bull. de la Soc. franç. 1859. Jan. Lumière. 1859. S. 57. Helios. 1870. Bd. 1, S. 37.

2) Bulletin de la Soc. franç. 1859. Mars. Lumière. 1859. S. 57. Helios. 1870. Bd. 1, S. 37.

3) Phot. Mitth. 1869. Bd. 6, S. 177.

4) Hardwich's Manual d. photogr. Chemie. 1863. S. 41.

5) Phot. Archiv. 1866. S. 73. Monckhoven gelang das Experiment nicht (Phot. Corresp. 1866. S. 67).

6) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. Bd. 3, S. 195; aus Brit. Journ. of Phot.

7) Smith, Moniteur de la Phot. 1879. Nr. 18. Bull. Assoc. Belge Phot. Bd. 6, S. 227.

8) Phot. Archiv 1863. S. 76. Phot. Corresp. 1866. S. 67.

Natur nach ein Anderes sein als dasjenige, welches nicht reducirt wird. Dazu kommt die Beständigkeit des latenten Bildes in diesem Falle und die Eigenschaft desselben durch Brom, Jod, Chlor etc. zerstört zu werden, das ist durch Processe, welche einer Brom-Abspaltung entgegengesetzt wirken, während alle Mittel, welche die Abspaltung befördern, auch die Lichtempfindlichkeit erhöhen.

Dass Jodsilber mit Jodkalium-Ueberschuss gefällt auch ein chemisches latentes Lichtbild aufnehmen kann, beweist die Thatsache, dass solche Emulsion nach langer Belichtung ein Bild mit alkalischem Pyro-Entwickler gibt. Vergl. S. 33.

Ueber die Erscheinungen, welche für eine chemische Zersetzung im Lichte sprechen s. S. 31.

## DRITTES CAPITEL.

# VORGÄNGE WÄHREND DER ENTWICKELUNG UND MIKROSKOPISCHE MESSUNGEN AN NEGATIVEN.

### I. Wirkungsweise des Entwicklers.

Die Wirkungsweise von alkalischem Pyrogallol-, Eisenoxalat-Entwickler oder anderen chemischen Entwicklern auf belichtetes Bromsilber etc., erklärt sich einfach dadurch, dass im Lichte Silbersubbromid etc. entsteht, welches leichter reducirbar ist, als das unveränderte normale Bromid (vergl. S. 32). Oder man nimmt mit Schultz-Sellack an, Chlor-, Brom- und Jodsilber werden durch Licht in einen Dissociations-Zustand (Dissociations-Spannung) versetzt, in welchem sie leichter von Reductionsmitteln zersetzt werden [1]), jedoch ist erstere Annahme die wahrscheinlichere und mit den photochemischen Thatsachen besser übereinstimmende.

Schwerer ist die eigenthümliche Anziehungskraft des belichteten Jod-, Brom- und Chlorsilbers für Quecksilberdampf oder pulverig aus wässerigen Lösungen sich ausscheidendes metallisches Silber oder Quecksilber. Die Schwierigkeit bleibt dieselbe, ob man die Entstehung von Silbersubjodid oder metallischem Silber annimmt.

Der Umstand, dass metallische Striche (z. B. von Silbermetall auf Papier [2]) auch ohne Lichtwirkung mit saurem Eisenvitriol und Silbernitrat-Entwickler (wie er im nassen Collodionverfahren gebräuchlich ist) sichtbar werden, sowie das unbegrenzte Wachsen der Silberkörner unter dem Einflusse des Entwicklers, führten Lermontoff [3]) auf die Vermuthung, dass hier eine galvanische Reduction des Silbers aus dem Silbernitrate vorliege. Beim Begiessen der Platte mit Eisenvitriol und Silbernitrat können sich in der That moleculare galvanische Elemente bilden, aus Theilchen von Eisenvitriol, Silbernitrat und metallischem Silber.

---

1) Poggend. Annal. Phys. Bd. 143, S. 439. Bericht d. Chem. Gesellsch. Berlin. 1871. S. 161 und 343. Jahresber. f. Chemie. 1871. S. 182.

2) Davanne's Beobachtung.

3) Journ. d. phys. Gesellsch. in St. Petersburg. IX, 1877. Beiblätter zu den Annal. d. Physik u. Chemie. 1878. S. 38.

Lermontoff bewies, dass diese Bestandtheile ein galvanisches Element geben [1]).

Lermontoff[2]) machte ferner auf einer Glasplatte Zeichen mit Bleistift, Platin, Kupfer, Paraffin und Gummi elasticum, an anderen Stellen wurde die Platte mit Ammoniak und Jodlösung betupft oder mit dem Finger stark berührt. Die mit Metallen gemachten Zeichen waren nur als Hauchbilder sichtbar, die übrigen Zeichen waren sehr deutlich zu sehen. Die Platten wurden nun mit einer Lösung von Eisenvitriol und Silbernitrat übergossen, denen etwas Essigsäure zugesetzt war. Es traten nun die mit Metallen gemachten Zeichen sehr deutlich hervor, während die anderen unsichtbar blieben. Pyrogallol wirkte ganz wie Eisenvitriol.

Man ist daher zu dem Schlusse berechtigt, dass der Process der physikalischen Entwickelung, sowie Verstärkung photographischer Platten mit Eisenvitriol, Silbernitrat aus galvanoplastischen Niederschlägen besteht, die durch moleculare Elemente hervorgebracht werden. Die Wirkung des Lichtes würde darin bestehen, dass durch dasselbe die an der Oberfläche des Negativs liegenden Theilchen der empfindlichen Schicht zu metallischen Leitern des Stromes dienen (ob Silbermetall oder vielleicht Silbersubbromid?), wenn nur die elektromotorische Kraft gross genug ist, um das Silber zu reduciren.

Uebrigens tritt oft das latente Bild unter dem Einflusse des Entwicklers viel früher hervor, bevor er sich unter Ausscheidung von pulverigem Silber trübt. Monckhoven gab schon folgendes Experiment an[3]): Man mische einige Tropfen Eisenlösung und Weinsäure in etwas Silbernitrat. Diese Mischung bleibt (im Dunkeln) einige Stunden klar; wird sie aber auf Jodsilber gegossen, das dem Lichte ausgesetzt war, so entwickelt sie das Bild in wenigen Minuten.

Man beachte, dass Lermontoff's Theorie nicht mit den älteren von Poey[4]), Testellin[5]) u. A. zusammenfällt, welche letztere annahmen,

1) Ein Trichterchen von Pergamentpapier wurde mit Silbernitrat-Lösung von 2 Proc. gefüllt und in ein Gefäss mit Eisenvitriol getaucht. Ein zum Bügel gebogener Silberstreif wurde mit dem einen Ende in die eine, mit dem andern in die zweite Flüssigkeit getaucht. Schon nach wenigen Minuten zeigten sich Silberkrystalle an dem in Silbernitrat getauchten Ende, die nach einiger Zeit zu Büscheln anwuchsen. Ein Platindraht gab dasselbe Resultat.

2) Journ. d. physik. Ges. in Petersburg IX, Heft 7. Beiblätter z. d. Annal. d. Phys. u. Chem. 1878. S. 38.

3) Phot. Archiv. 1866. S. 165.

4) Reissig, Phot. Corresp. Bd. 3, S. 68.

5) Testelin's Essai de Theorie sur la formation des images photogr. 1860. Vergl. auch das vorliegende Werk, Capitel: Daguerreotypie.

dass die Molecule des Jodsilbers im Lichte elektrische Polarität erlangt haben und das Silber anziehen, gerade so, wie ein leichter Körper von einer elektrischen Fläche angezogen wird; welche Annahme als gänzlich unstichhaltig aufgegeben ist.

Bei der chemischen Entwickelung z. B von Bromsilber-Emulsion mit Eisenoxalat scheinen galvanische Vorgänge eine secundäre Rolle zu spielen. Verfasser fand [1]), dass eine nicht belichtete Bromsilbergelatine-Platte in Berührung mit reinem Silberdraht unter Eisenoxalat-Entwickler nur an jenen Stellen sich schwärzt (reducirt wird), wo das Metall das Bromsilber berührt [2]).

Hierher gehört auch Abney's Experiment, welcher fand, dass die Ueberkleidung einer exponirten entwickelten Bromsilbergelatine-Platte mit einer Bromsilber-Collodionschicht und neuerliches Entwickeln (mit alkalischem Pyrogallol) das Bild kräftigt, weil sich ein gleiches Bild in der zweiten Ueberkleidung entwickelt [3]).

## II. Seitliche Ausdehnung der Reduction während der Entwickelung.

Grosse Schwierigkeiten macht dem practischen Photographen das Zuwachsen zarter Linien des Negativs, wenn man sehr lange entwickelt, um ein kräftiges Negativ zu bekommen.

Es sei *ab* in Fig. 16 das Bild eines schwarzen Striches. An demselben soll keine Schwärzung des Jod- oder Bromsilbers im Entwickler

1) Eder's Theorie und Praxis der Photographie mit Bromsilber-Gelatine. 1. Auflage u. ff.; aus Sitzungsber. d. kais. Acad. d. Wissensch. in Wien. 1880.

2) Ziehen wir aus diesem eigenthümlichen Verhalten der Bromsilber-Emulsionen (besonders mit Gelatine) bei der Entwickelung die Consequenzen für die Praxis, so ergibt sich:

1. Die Möglichkeit, dass die Bildstellen aus metallischem Silber sich während einer andauernden Entwickelung elektrolytisch nicht nur nach abwärts, sondern auch seitlich ausbreiten und deshalb z. B. schwarze Striche auf weissem Grunde nach langem Entwickeln verschmälert erscheinen (auf diese Möglichkeit hat schon Abney hingewiesen). Diese Frage hat Verfasser weiter untersucht, und durch genaue mikroskopische Messungen entschieden.

2. Müssen unterexponirte Bilder, bei welchen während der Hervorrufung zwischen dem Herauskommen der hellsten Lichter und der dunklen Schatten lange Zeit verstreicht, sehr hart und überkräftig werden. Die zuerst entwickelten Lichter wachsen nämlich zu einer übermässigen Intensität an, bevor die Schatten nur die geringste Kraft bekommen. Diese Erscheinung kann man thatsächlich sehr häufig beobachten. Es verhalten sich aber hierin nicht alle Emulsionen gleich. Eine Beimengung von schwer reducirbaren Silbersalzen (wie Jodsilber, nicht gereiftes Bromsilber) hemmt das kräftige Durchwachsen des Bildes. Zusatz von leicht reducirbarem Chlorsilber befördert es, ebenso Ammoniakdigestion der Emulsion (Eder).

3) Philos. Magaz. (5.) Bd. 3, S. 46. Jahrber. Chemie. 1877. S. 1246.

eintreten. Anfangs geschieht dies auch nicht. Je länger man jedoch mit Eisenvitriol und Silbernitrat entwickelt, desto mehr tritt ein seitliches Uebergreifen der Schwärzung ein. Die Lagerung der reducirten Schichten wird durch Fig. 16 versinnbildlicht.

Aehnlich geht es auch bei der alkalischen Entwickelung.

Mikroskopische Versuche des Verfassers [1]) zeigten, dass beim andauernden Entwickeln einer Bromsilberemulsions-Platte mit Eisenoxalat oder alkalischem Pyrogallol die Silber-Reduction sich nach allen Seiten ausdehnt, allerdings geschieht dies in geringem Masse; Verfasser beobachtete nach 30 Minuten langem (!) Entwickeln bei einer schleierfreien Platte die Verbreitung eines Striches um 0,008 bis 0,01 mm. Viel ungünstiger gestaltete sich die Sache, wenn beim andauernden Entwickeln sich ein Schleier über die ganze Oberfläche legt. Es zeigt sich unter dem Mikroskop, dass der Schleier in unmittelbarer Nähe eines aus reducirtem metallischen Silber bestehenden Striches dichter ist, als in weiterer Entfernung. Die seitliche Ausdehnung der Reduction erscheint dann stärker, nämlich 0,02 bis 0,03 mm.

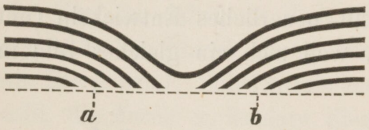


Fig. 16. Seitliche Ausdehnung der Reduction.

Inwiefern sogen. Lichthöfe das Zusammenwachsen feiner Linien verursachen können s. unter „Lichthöfe“.

## III. Verziehung der photographischen Schicht und diesbezügliche mikroskopische Messungen.

Die photographische Schicht zeigt häufig nach dem Trocknen mehr oder weniger starke Verziehungen. Da dies eine Verzerrung des Bildes zur Folge hat, welche bei Präcisionsarbeiten, z. B. in der messenden Astronomie und Spectroskopie, sehr störend sein können, so darf man dieselbe nicht übersehen.

Frei von unregelmässigen Verzerrungen ist nur die Daguerreotypie. Jedoch geben auch Bromsilbergelatine-Platten sehr befriedigende Stabilität. Bei allen Processen, bei welchen Collodion auf Glas aufgetragen wird, werden ziemlich starke Verziehungen beobachtet, welche mit der Art der Präparation wechseln. Am stärksten treten sie bei photographischen Papieren auf, worüber beim positiven Copir-Verfahren in einem späteren Capitel Erwähnung geschieht.

Man kann zwei Arten der Verziehung unterscheiden: 1. Verziehung in proportionaler Weise; 2. Verziehung in nicht proportionaler oder local veränderlicher Weise. Erstere verändert die vom Licht eingezeichnete Dimension ihrer Ausdehnung

1) Phot. Corresp. 1880. S. 30. Eder's Theorie und Praxis der Photographie mit Bromsilbergelatine. (Bd. III dieses Werkes.)

proportional, die kleinere weniger, die grössere mehr, kann aber in einfacher Weise unschädlich gemacht werden, z. B. indem man ein Gitter im Focus mitphotographirt und die Reduction des vergrösserten photographischen Bildes auf dieses mit dem thatsächlichen Vergrösserungsfactor ausführt. Die zweite Art Verziehung dagegen, welche local und unregelmässig auftritt, bildet den eigentlich schädlichen Theil, da dieser nicht eliminirt werden kann (Weineck[1]).

Erfahrungen über eine Fälschung des Bildes durch Veränderungen in der photographischen Schicht musste zunächst Rutherfurd bei der Ausmessung seiner zahlreichen Sternphotographien gewinnen; dieselben zeigten aber eine so grosse Uebereinstimmung, dass sich Rutherfurd gegen die Existenz einer grösseren schädlichen Aenderung in der Collodionhaut erklärt, besonders wenn die nackte Glasfläche der Platte vor dem Collodioniren mit einem Albuminüberzug versehen wird.

Anders sind die Erfahrungen von Paschen, welche derselbe bei seinen Vorversuchen zum Venusvorübergang 1874 gesammelt und in No. 1884 der astronomischen Nachrichten veröffentlicht hat. Er stellte seine Messungen auf Platten an, welche nach dem gewöhnlichen nassen Verfahren theils auf albuminirter, theils auf nicht albuminirter Glasfläche gefertigt waren. In welchem Zustande sie gemessen wurden, ob feucht oder trocken, kalt oder warm lackirt, ist nicht näher bekannt. Bei albuminirten nassen Platten fand er Contractionen von $^1/_{523}$, $^1/_{618}$, $^1/_{1856}$, bei einer nicht albuminirten $^1/_{2123}$, im letzten Falle aber Indicien für eine ungleichmässige Zusammenziehung der photographischen Schicht.

Die verhältnissmässig grossen Werthe, welche Paschen für die Verziehung fand, veranlassten Rutherfurd zu einer neuen Untersuchung dieser Frage. Seine einfache Methode erscheint besonders geeignet, dieselbe zu lösen. Sie besteht darin, dass die nasse Platte unmittelbar nach der Exposition, d. i. in feuchtem Zustande, auf den Messtisch gebracht und gemessen, ferner nach dem Antrocknen der Schicht nochmals gemessen wird. Rutherfurd untersuchte auf diese Weise durchweg albuminirte nasse Platten, darunter einige, auf welchen das noch feuchte Collodion in der Mitte, bei anderen am Rande der Platte weggewischt worden, um eine Schrumpfung der Schicht nach aussen, respective innen zu begünstigen. Das Collodion war dasselbe, welches er sonst bei seinen Sternphotographien verwendete. Auf diese Weise ergab sich als mittlere Verziehung $^1/_{54706}$, während der Maximalbetrag $^1/_{10107}$ war. Diese Werthe sind bedeutend kleiner als die von Paschen und so verschwindend, dass diese Fehlerquelle selbst bei sehr scharfen Messungen nicht in Betracht kommt.

Weiter beschäftigten sich H. C. Vogel und O. Lohse bei ihren Untersuchungen „über die Verwendbarkeit der Collodionphotographie zur Beobachtung des Venusüberganges 1874 nebst Vorschlägen über die Einrichtung einiger diesem Zwecke dienenden Apparate“ mit der Frage der Verziehung der photographischen Schicht. Sie benützten ein Collodion, das erfahrungsgemäss wenig fest an der Platte haftete, womit also ein Maximum von Verziehung zu erwarten war. Das Resultat war eine Zusammenziehung von $^1/_{5000}$ für die Längeneinheit; aus anderen Messungen ergab sich $^1/_{3333}$ und in einem Falle, in dem die Collodionhaut bei der Entwickelung zahlreiche Erhebungen in Form von kleinen Blasen zeigte, nur eine Verziehung von $^1/_{10857}$.

Endlich hat noch H. W. Vogel[2]) bezügliche Untersuchungen angestellt, und zwar mit verschiedenen Collodionsorten und verschieden präparirten Platten.

---

1) Weineck's „Die Photographie in der messenden Astronomie“. 1879. Phot. Corresp. 1880. S. 179.

2) Phot. Mitth. 1874. Bd. 11, S. 38. Phot. Corresp. Bd. 11, S. 93.

Um die feineren Verzeichnungen erkennen zu können, verfuhr H. W. Vogel auf folgende Weise:

Auf einer Glasplatte von etwa 100 cm Länge wird mit dem Diamant ein Netz von rechtwinklig sich kreuzenden Linien geritzt und diese mit Zahlen bezeichnet. Unter dieser Netzplatte wird die darauf zu prüfende Collodionhaut direct belichtet (nach Dazwischenlegen von zwei feinen Papierstreifen). Nach der Entwickelung (nasses Badverfahren) wurden die Platten verglichen und die Striche der Collodionhaut mit den Originalstrichen mikroskopisch verglichen. Die Berechnung ist leicht, denn fallen z. B. die Striche an dem einen Rande zusammen und sind die am gegenüberliegenden Rande 90 mm weiter davon befindlichen um $^1/_{50}$ mm getrennt, so ist die Zusammenziehung $= \frac{1}{50} : 90 = \frac{1}{4500}$.

Dicke und zähe Collodien gaben ganz auffallendes Verziehen. Am besten waren Mann's und Schering's Collodionwolle. Am geringsten ist die Verziehung bei Untergüssen von Kautschuk und Eiweiss. Auffallend stark aber ist sie, wenn die Collodionhaut sich vom Glasrande ablöst oder Wasser zwischen Collodionhaut und Glas dringt. — Schering's Wolle ($1^1/_2$ Proc. in jodirtem Collodion) war die stabilste; Mann's Wolle zeigte nur an dem dunkleren Theile der Schicht eine Verziehung von $^1/_{2250}$ bis $^1/_{4500}$.

Schering's Collodion ist aber dünner als solches von Mann. Als mit Mann'schem Collodion, das 1,2 Proc. Wolle enthielt, gearbeitet wurde, haftete die Schicht besser und die Verziehung auf der dickeren Seite war kleiner als $^1/_{6000}$.

Daraus ergibt sich, dass bei dünneren Collodien die Verziehung geringer ist als bei dicken. Auch Celloïdincollodion, das stärker war als $1^1/_2$ Proc., gab Schichten von deutlicher Contraction, an der dickeren Seite von $^1/_{4500}$.

Unter diesen Umständen ist es nicht verwunderlich, dass die Fothergillplatten, die Weineck und H. C. Vogel geprüft haben, keine sonderlichen Verziehungen zeigten, denn diese sind mit einem sehr dünnen Collodion, welches in 100 g 0,9 Collodionwolle enthält, angefertigt.

Ein Kautschuküberguss statt Rand (1 Theil in 100 Chloroform und 900 Benzin) gibt Schichten ohne jede Verziehung. Deshalb ist dieser Ueberguss wichtig.

Bromsilberplatten mit Mann'scher Wolle mit Kautschukrand und sehr lange sauer entwickelt, während dem die Haut sich vom Rande ablöste, zogen sich bis $^1/_{300}$ zusammen. Diese starke Contraction tritt auch beim nassen Verfahren, bei langer Behandlung mit saurer Verstärkung ein.

Alkalische Entwickelung bewirkte keine Contraction; die Schicht bleibt fest. Dagegen gummirte Bromsilberplatten nach Wortley hoben sich beim alkalischen Entwickeln ab und zogen sich stark zusammen. Die alkalische Entwickelung ist also sehr gut brauchbar, nur müssen Gummiüberzüge etc. bei Seite gelassen werden[1]).

Auch Dr. Weineck hat nach Abschluss seiner Ausmessung der Expeditionsphotographien versucht, einen Beitrag zur Entscheidung der Frage zu liefern, ob die photographische Schicht sich bemerkenswerth verziehe oder nicht. Obgleich er die ungünstigen Verhältnisse für Stabilität der Schicht wählte, gelangte er doch zu folgendem Resultate: Locale Verziehungen von $^1/_{40000}$ konnten nicht gefunden werden. Die photographische Schicht trocknet also völlig senkrecht an. Selbst durch warmes Lackiren gehen nur kleine Veränderungen vor sich.

---

1) Phot. Mitth. 1875. II, S. 38. Phot. Corresp. II, S. 93.

Als zweite Fehlerquelle war die Verziehung durch den optischen Apparat zu erwähnen (vergl. Bd. I, S. 282).

Verfasser untersuchte (1883) die Stabilität von Bromsilbergelatine auf Glasplatten, theils ohne Vorpräparation, theils mit Chromalaun-Gelatine-Unterguss. Die Schichten sassen bei allen Platten und nach sämmtlichen Operationen am Glase ganz fest und zeigten nicht die Neigung, sich abzulösen. Als die Copie des mittels des Diamanten geritzten Netzes an vorschiedenen Punkten mit dem Originalnetz verglichen wurde, zeigte sich bei sämmtlichen Platten keinerlei Ausdehnung, Zusammenziehung oder Verzerrung. Die Genauigkeit der Messungen war eine derartige, dass noch ein Verziehen der Schicht um $^1/_{6000}$ bemerkt worden wäre. Daraus geht hervor, dass eine gute Gelatine-Emulsion, welche fest am Glase haftet, präcise Negative gibt und dass das Gelatineverfahren auch zu Präcisionsarbeiten geeignet ist.

Deshalb können Bromsilbergelatine-Platten zu den gewünschten Messungen der Spectral- und Astrophotographie benutzt werden. Auch Hasselberg äusserte sich hierüber günstig (Annal. d. Phys. u. Chemie. 1886. Bd. 27, S. 415): „Man würde in Anbetracht der vielen und lang andauernden Messungen, denen eine Gelatineplatte behufs Hervorbringung eines Bildes unterworfen werden muss, vielleicht den Verdacht schöpfen können, dass eine Verschiebung zweier übereinander gelegter photographischer Spectra durch Verziehen der Haut beim Trocknen hervorgerufen werden könne [1]). Gegen eine solche Annahme sprechen aber mehrere Erfahrungen: Erstens hat Eder für Gelatineplatten die Stabilität der Schicht geprüft, ohne eine den Betrag von $^1/_{6000}$ erreichende Verzerrung zu constatiren. Zweitens würden, falls eine wesentliche Verziehung stattfinden würde, die Abstände der Linien des Sonnenspectrums auf verschiedenen Platten verschieden sein. Innerhalb der Grenzen der möglichen Genauigkeit der Messungen ist dies aber nicht der Fall."

## IV. Feinheit des Kornes bei verschiedenen Entwickelungsprocessen.

Ein photographisches Negativ, mag es wie immer hervorgerufen sein, erscheint im Mikroskop aus zahlreichen Körnchen gebildet. Fig. 17 zeigt die mikroskopische Vergrösserung [2]) einer solchen mittels Entwickelung hergestellten Photographie.

---

1) In der That hatte seinerzeit Abney die Gelatineplatten für weniger verlässlich als Collodionplatten gehalten (Phot. Mitth. Bd. 19, S. 311), was aber nach unseren Erfahrungen nicht der Fall ist (Eder).

2) Nach Stein, Das Licht im Dienste der Wissenschaft. 1877. S. 58.

Bei alkalisch (Pyro und Ammoniak) oder mit Eisenoxalat hervorgerufenen Negativen ist das Korn des fixirten Silberbildes ungefähr so gross, wie das Korn des Brom-, Chlorsilbers etc. war. Grobkörnige Emulsionenen geben grobe Negative und umgekehrt (Eder).

Die Emulsions-Negative zeigen ein Korn, welches verschieden gross, je nach der Herstellung der Emulsion ist[1]). Das feinste Korn erhält man, wenn das Bromsilber bei Gegenwart von viel Leim und in grosser Verdünnung gefällt wird. Die Emulsionen und Negative, welche bei Lippmann's Process der Heliochromie verwendet werden, sind vollkommen kornlos[2]). Gereiftere (warm digerirte) Gelatine-Emulsionen zeigen unter dem Mikroskope ein sehr deutliches Korn. Die Partikelchen besitzen dann, nach den Messungen des Verfassers, einen mittleren Durchmesser von 0,0008 bis 0,0015 mm. Beim mehrtägigen Digeriren in der Wärme oder

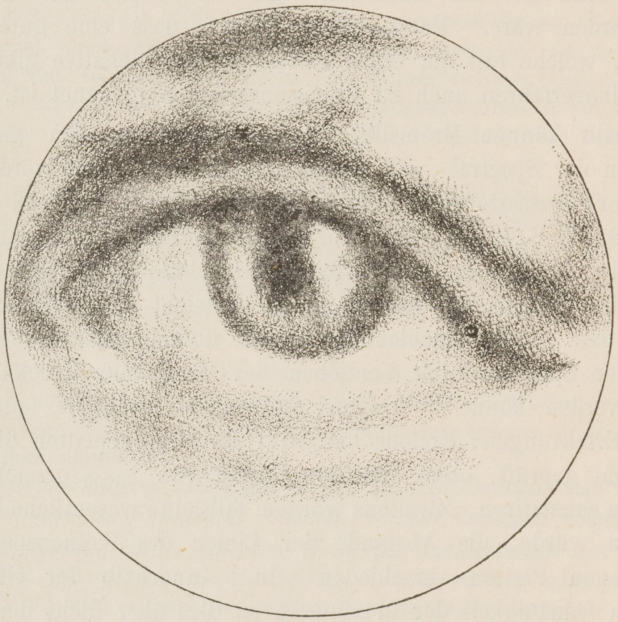


Fig. 17. Photographische Silber-Partikeln.

beim Sieden wird meistens das Korn auf 0,003 bis 0,004 mm vergrössert. Die Emulsion gibt dann immer noch tatellos feine Negative. Häufig wird das Korn, in Folge allzu langer Digestion oder Sieden mit zu wenig Leim, zu grob (0,035 bis 0,01 mm) und dann lassen die Negative schon ein unerwünschtes und beim Copiren mitunter störendes Korn erkennen (Eder).

Chlorsilbergelatine- oder Chlorbrom-Emulsionen geben mit Entwicklern ein feineres Korn, als hochempfindliche Bromsilbergelatine-Platten, man nutzt diese Beob-

1) Zuerst mitgetheilt: Eder, Phot. Corr. 1880. S. 30.

2) Vergl. E. Valenta, „Die Photographie in natürlichen Farben". (1894, bei W. Knapp in Halle.) Daselbst ist die Herstellung einer kornlosen Bromsilberemulsion beschrieben.

achtung zur Herstellung von Diapositiven aus. Chlorbromplatten mit Entwickelung eignen sich auch zur Herstellung feinkörniger Reproductions-Negative.

Feine Collodion-Emulsionen geben ein Korn, zarter als die besten nassen Collodionplatten; in schlechten, grobkörnigen aber kann ein sandiges Bromsilber (von 0,003 bis 0,01 mm und mehr) vorkommen (Eder).

Den Vorgang beim Silbern und Entwickeln einer nassen Collodionplatte studirte Lermontoff genau. In einer trockenen Schicht von jodirtem oder bromirtem Collodion erblickt man unter dem Mikroskop bei 300—500maliger Vergrösserung krystallinische, durchsichtige Körnerchen von Jod- und Bromsalzen in regelmässiger Lagerung. Nach dem Eintauchen der Platte in ein Silberbad werden die Körner grösser, wobei sie sich in ein Silbersalz verwandeln; die Entfernung der Mittelpunkte scheint sich aber nicht zu ändern. Jedes einzelne Körnchen scheint sich in ein entsprechendes Haloïdsalz des Silbers zu verwandeln. Begiesst man die Platte mit Entwickler (Eisenvitriol), so werden die Körner rasch undurchsichtig, wie bei der Erscheinung der Krystallisation unter dem Mikroskop. Bei lang anhaltender Berührung mit dem Entwickler wachsen die Körner bis zu gegenseitiger Berührung, wodurch die Platte schwach spiegelnd wird[1]). Ueber galvanische Processe hierbei s. S. 46.

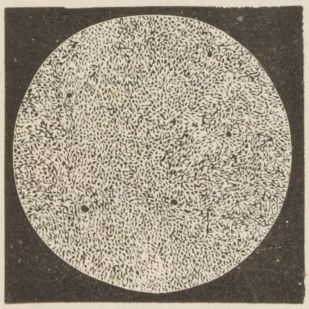


Fig. 18.

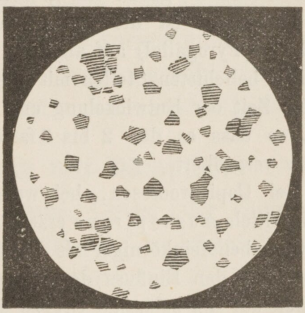


Fig. 19.

Fein- und grobkörnige Silber-Niederschläge.

Beim nassen Collodion-Verfahren und allen ähnlichen, bei welchen mittels Eisenvitriol oder Pyro und Silbernitrat entwickelt wird, hängt es nicht nur von der Dauer der Entwickelung, sondern auch von der Concentration des Entwicklers ab, ob das Bild grob- oder feinkörnig ist.

Dies zeigten Rottier und Waldack[2]).

Wird eine nasse Collodionplatte mit einer 8proc. Eisenvitriol-Lösung entwickelt, so ist die mittlere Grösse nach Rottier und Waldack 0,002 mm. Fig. 19 zeigt die Silberpartikeln einer solchen fixirten Platte bei 800facher linearer Vergrösserung. Fig. 18 ist das Bild einer ähnlichen Platte, welche aber mit $^1/_2$proc. Eisenvitriol entwickelt wird; die Partikeln waren unmessbar.

Verfasser fand in gewöhnlichen Collodion-Negativen (nach dem nassen Verfahren mit 10proc. Silberbad und 5proc. Eisenvitriol hergestellt) unter dem Mikroskope Silber-Partikeln von 0,0008 bis 0,0016 mm, im Durchschnitt zumeist von 0,001 mm

---

1) Journ. d. phys. Ges. in St. Petersburg. IX, 1877. Beiblätter z. d. Annal. d. Physik u. Chemie. 1878. II, 38.

2 Bull. de l'Association Belge de Photogr. 1878. Bd. I, S. 131. Phot. Archiv. 1875.

Durchmesser. In doppelt lange mit Entwickler behandelten Negativen waren hauptsächlich Körner von 0,003 mm vorhanden. Negative mit 2 proc. Eisenvitriol entwickelt zeigten Körner von 0,0012 mm.

Wenn die fixirten Negative durch Behandlung mit Eisenvitriol und Silbernitrat verstärkt werden, so wachsen nach den Messungen des Verfassers die Dimensionen auf das 2 bis 3 fache; die Körner sehen dann mehr zackig aus.

Schleierige Collodion-Negative zeigen nach Girard zerstreute Silberkörner sogar von 0,02 mm Durchmesser [1]).

Mit freiem Auge erkennt man keinen Unterschied bezüglich der Textur und des Kornes der Collodion-Negative, wenn sie mit Eisenvitriol, Pyrogallussäure oder Gallussäure hervorgerufen worden sind. Vergrössert man aber diese Bilder mittels der laterna magica, so erkennt man, dass die mit Eisenvitriol entwickelten Bilder körniger sind, als jene, welche man mit Pyrogallussäure hervorgerufen hat und dass Gallussäure eine noch feinere Textur gibt [2]).

Gewisse alkalisch entwickelte Bad-Collodion-Trockenplatten (z. B. Taupenot-Platten) geben eine überraschende Feinheit des Kornes, welches Verf. aus diesem Grunde nicht messen konnte. Dieselben Platten, sauer (mit Silbernitrat und Eisenvitriol) entwickelt, geben viel grössere Silberpartikelchen.

Interessant ist die Einwirkung des Silberverstärkers (Silbernitrat und Eisenvitriol oder Pyrogallol) auf alkalisch entwickelte Trockenplatten. Es werden alle, auch die nicht belichteten Stellen mit Silber-Partikeln bedeckt. Die Zahl derselben wächst mit der Zeit der Entwickelung und ausserdem vergrössert sich jedes Theilchen immer mehr, so dass es den 2 bis 3 fachen Durchmesser annimmt. Also wird das ganze Negativ vergröbert.

Bei Copirprocessen, bei welchen keinerlei Hervorrufung erfolgt, sondern die Bilder mittels Auscopirens erzeugt werden (z. B. Chlorocitrat-Gelatine-Emulsionen [3]), sind dieselben feinkörniger als Entwickelungs-Negative.

(Ueber den Einfluss der Korngrösse von photographischen Negativen oder Diapositiven auf die zulässige Grenze der Vergrösserung s. Bd. I, Abth. 2 dieses Werkes, S. 697.)

## V. Anzahl der Silber-Partikeln in Negativen.

Ueber die Anzahl der in Negativen vorfindlichen Silber-Partikeln gibt Verfasser folgende Anhaltspunkte: An jenen Stellen, welche auf Albuminpapier noch als feine Halbschatten copiren, kommen nach den Messungen des Verfassers approximativ 300 bis 400 Körnchen pro 1 qmm: das Minimum in den zartesten Schatten beträgt 150 bis 200 Körnchen. Etwa 100 Körnchen pro 1 qmm copiren nicht mehr, falls das Negativ ein verstärktes Collodionbild (nasses Verfahren) ist. Die schwärzesten Stellen des Negativs sind im Mikroskop ganz undurchsichtig und lösen sich nur bei starkem Licht und bedeutender Vergrösserung (etwa 800 fach) auf. Sie mögen 1000 bis 2000 Partikeln pro 1 qmm enthalten.

1) Phot. News. 1877. S. 34. Phot. Mitth. Bd. 13, S. 226.

2) Diese Thatsachen ergaben sich aus einer Discussion zwischen Higley, Bockelt und Dawson in der photogr. Gesellschaft North London 1864 (Horn's Photogr. Journ. Bd. 23, S. 47).

3) S. Bd. III dieses Werkes.

## VIERTES CAPITEL.

# ÜBERSICHT ÜBER DIE METHODEN ZU DER ENTWICKELUNG DES BILDES UND DIE RELATIVE LICHTEMPFINDLICHKEIT VERSCHIEDENER PROCESSE.

Die Entwickelung des Bildes wird erst nach der Exposition vorgenommen, obschon beide Processe auch zugleich vorgenommen werden können, wie dies z. B. bei Talbot's Calotyp-Process geschah[1]). Nachstehend folgen die wichtigsten Arten von Entwickelungs-Methoden:

### I. Physikalische Entwickelung mit Dämpfen.

Metallische Silber-Platten mit Jod, Brom, Chlor oder Gemischen dieser Substanzen geräuchert (sowie Papier mit $AgJ$ imprägnirt) geben ein latentes Bild, welches sich mit Quecksilberdämpfen (s. Daguerreotypie) oder Wasserdämpfen [Moser, ferner Becquerel[2]) s. Bd. I, Abth. I., S. 182] entwickeln lässt.

1) Eine nasse Collodionplatte im Silberbad sensibilisirt und dann mit Entwickler übergossen, hierauf exponirt, zeigt beim Herausnehmen aus der Cassette ein sichtbares Bild. Es findet hier die Entstehung des latenten Bildes und seine Entwickelung gleichzeitig statt. (Liesegang, Phot. Archiv. 1864. S. 495, übergoss die gesilberte Platte z. B. mit 1 Theil Pyrogallol, 250 ccm Wasser und 10 g Eisessig, oder Eisenvitriol-, Tannin- oder gallussaure Blei-Lösung. Ferner Carey Lea, Phot. Archiv. 1865. S. 274.) — Bad-Collodion-Trockenplatten, welche als „Präservativ" Gallussäure etc. enthalten, zeigen unmittelbar nach der Exposition schon ein schwaches Bild Bromsilber-Collodion-Platten mit alkalischer Hydrochinon-Lösung übergossen und exponirt geben schon während der Exposition ein Bild (mit Pyro gelingt der Versuch nicht so gut) (Eder; 1. Aufl. dieses Werkes. 1884. S. 30). Derselbe Versuch gelingt leicht mit Gelatine-Emulsionsplatten.

2) Becquerel fand gelegentlich seiner Untersuchungen über die Photographie in natürlichen Farben auf chlorirten Silberplatten, dass sich der Wasserdampf (Hauch) auf eine kurze Zeit dem Sonnenspectrum ausgesetzten Platte condensirt. Die Condensation erfolgt insbesondere von $G$ und $H$ bis weit ins Ultraviolett, wo der Lichteindruck kaum mehr sichtbar ist (Annal. Chem. et Phys. 1849—1855; auch Zenker's Photochromie. 1868. S. 25).

Kupferplatten, nach Art von Daguerreotyp-Platten jodirt, bromirt oder chlorirt, gestatten das Entwickeln des latenten Bildes [Kratochwilla 1841[1]), Talbot im selben Jahre[2]), Wells[3]) (s. Bd. I, Abth. 1 dieses Werkes S. 161)].

Nach Talbot gibt eine Kupferplatte, welche mit Jod, Brom oder Gemischen dieser untereinander oder mit Chlor geräuchert ist, ein Lichtbild, welches durch Schwefelwasserstoff-Dämpfe (ohne Quecksilber) entwickelt werden kann[4]).

Bromsilbergelatine-Platten lassen das latente Lichtbild mit Quecksilberdämpfen gar nicht oder nur schlecht entwickeln (Eder).

[Weitere Angaben s. dieses Heft S. 29; ferner in einem späteren Capitel über „Heliogravure", sowie über „Photographie ohne Silbersalze" Bd. IV].

## II. Physikalische Entwickelung mit Flüssigkeiten.

„Physikalisch" und mit anderen Worten durch „Anziehung" (s. S. 29) entwickeln sich Jodsilber, Bromsilber und Chlorsilber mit: Silbernitrat gemischt mit Gallussäure [Talbot 1840[5]), Hunt[6])], Eisenvitriol, salpetersaurem Eisenoxydul [Hunt 1844[7])], Pyrogallol [von Liebig[8]), sowie von Regnault 1851 kräftiger als Gallussäure erkannt[9])], schwefelsaurem Uranoxydul [Monckhoven 1861[10])], Oxyphensäure [Styphnin-

---

1) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 82, S. 149.

2) Abridgement of Specification relating to Photography. 1861. S. 4.

3) Abridgements of specific. relating to Phot. II, S. 21.

4) Talbot nahm 1841 auf diese Erfindung ein Patent in England (Abridgements of Specifications relating to Photography. 1861. I, S. 4). S. auch Halleur's Die Kunst der Photographie. 1853. S. 46, welcher noch hinzufügt, dass Eisen, Stahl, Messing und Neusilber unter Umständen Bilder wie Silber und Kupfer geben. Salmon und Garnier setzten eine polirte Messingplatte Joddämpfen aus, exponirten unter einem Diapositiv von 10 Minuten bis 2 Stunden im Schatten und rieben mit Baumwolle ein, welche mit Quecksilberkügelchen imprägnirt war. Das Quecksilber haftet an allen vom Licht getroffenen Stellen. Darauffolgendes Einschwärzen mit fetter Farbe bewirkt, dass diese nur an den von Quecksilber freien Stellen haftet; die fette Schwärze wurde durch Aufstäuben von Harzpulver verstärkt. Hierauf wurde mit Silbernitrat und Salpetersäure geätzt. (Cosmos. 1855. S. 347. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 136, S. 208.)

5) Philos. Magazin. 1841. Juli. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 81, S. 356 und 360; Bd. 93. S. 46 und 158.

6) Hunt's Researches on light.

7) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 123, S. 158; Bd. 95, S. 141.

8) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 123, S. 158.

9) Martin's Handbuch der Photographie. 1852. S. 293. La lumière. 1851. Bd. 1, S. 3. Regnault wendete Pyrogallol 1 : 1000 an.

10) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. Bd. 3, S. 173. Humphrey's Journ. Bd. 13, S. 97.

säure, Wagner[1])], milchsaurem [Gaudin[2])], sowie essigsaurem Eisenoxydul, Pyrocatechin [Eder und Tóth], Kaffee-Absud[3]), angesäuertem Haematoxylin [Carey Lea[4]), Tabersky[5]), Haugk[6])], Metol und Glycin (s. S. 60) in schwach saurer Lösung [Hübl]. — Zusatz von essigsaurem Kalk [Laborde[7])],-Ammoniak [Laborde[8])] oder -Bleioxyd, sowie salpetersaurem Bleioxyd[9]) zur Gallussäure beschleunigt die Entwickelung, von salpetersaurem Zinkoxyd, Essigsäure und anderen Säuren verzögert sie. Diese Processe erfolgen, wenn *AgJ*, *AgBr* oder *AgCl* bloss auf Papier [Talbot 1840], oder mittels Eiweiss, Stärke, Gelatine [Niepce 1847, Poitevin 1850], ammoniakalischem Caseïn[10]), Collodion auf Glas etc. aufgetragen sind.

Nicht nur Jodsilber gestattet bei der Calotypie die Entwickelung des latenten Bildes mit Gallussäure und Silbernitrat, sondern auch Mischungen desselben mit Fluor-, Cyan-, Chlor-, Bromsilber, kohlensaurem, phosphorsaurem oder essigsaurem Silberoxyd, obwohl alle Gemische nach Le Gray[11]) schlechter als Jodsilber allein sind.

Von anderen Silberverbindungen, welche mit Gallussäure und Silbernitrat behandelt, ein entwickelungsfähiges Bild geben, sind zu erwähnen:

Silbernitrat auf Papier gibt nach 2 Minuten Exposition in der Camera ein sehr schwaches Bild, — Chlorsilber in derselben Zeit ein gutes und kräftiges, — Bromsilber (1 Minute) ein sehr schönes, — weinsaures Silber (8 Minuten) fast keines, — oxalsaures Silber (10 Minuten) ein sehr schwaches, — phosphorsaures und kohlensaures Silber (5 Minuten) ein ziemlich gutes Bild. Auch benzoësaures Silber gibt hübsche Bilder, dagegen verändern sich Cyan- und Ferrocyansilber gar nicht (Hunt[12]).

Die vorhin genannten Silbersalze, sowie essigsaures und citronensaures Silber (Hunt[13]), welche mit Gallussäure ein Entwickelungs-Bild geben, thun dies auch mit Eivenvitriol.

---

1) Cosmos. 1859. Bd. 2, S. 214.
2) La lumière. 1851. S. 169. Horn's Phot. Journ. 1855. Bd. 21, S. 35.
3) Brew, Bull. Soc. franç. 1872. S. 277; aus Brit. Journ.
4) Brit. Journ. of Phot. 1860. S. 336. Phot. News. 1871. S. 358.
5) Phot. Archiv. 1870. S. 46.
6) Licht. Bd. 2, S. 348.
7) Comptes rendus. März 1851.
8) La lumière. 1851. S. 13, 35 und 39.
9) Martin's Handbuch d. Phot. 1852. S. 273.
10) Snelling's Dictionary Phot. 1854. S. 118.
11) La lumière. 1851. Bd. 1, S. 13.
12) Hunt, Researches on Light. 1844.
13) Technologiste. 1875. S. 164. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 95, S. 141.

Silberalbuminat (durch Baden einer albuminirten Glasplatte in Silbernitrat hergestellt) entwickelt mit Pyrogallol ein Bild[1]), was bei gewissen Eiweiss-Trockenprocessen zu statten kommt.

Jodbromsilber (in Collodion) unter Fluorsilber-, chlorsaurer und überchlorsaurer Silberoxyd-Lösung exponirt und mit Eisenvitriol entwickelt, gibt ein Bild, aber nicht so gut, wie unter Silbernitrat (Wolfram[2]). Ein Silbernitrat-Bad mit Cyansilber gesättigt, verhält sich gleich dem gewöhnlichen mit Jodsilber gesättigten des nassen Verfahrens[3]).

Das latente Lichtbild kann nicht nur durch einen pulverigen Silbernitratniederschlag, welcher sich in statu nascendi aus wässerigen Lösungen abscheidet, entwickelt werden, sondern auch durch Quecksilber unter analogen Verhältnissen. — Eine Jodsilber-Badplatte wurde belichtet, dann von dem anhängenden Silberbad abgewaschen und mit einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul und Pyrogallol übergossen. Es entstand ein Bild mit allen Details (Lea).

Gold- und Palladium-Niederschläge entwickelten kein Bild (Carey Lea[4]).

Zinnsalz, Wasserstoff bringen auf einer gewaschenen Jodbromsilberplatte, im Silberbad erzeugt und dann gewaschen, kein Bild zur Entwickelung (Carey Lea[5]).

Cyansilber, Rhodansilber, oxalsaures Silber in Collodion lässt nach Schultz-Sellack keine Spur photographischer Entwickelung mit Eisenvitriol und Silbernitrat wahrnehmen[6]). Rohcollodion mit essigsaurem Natron versetzt, im Silberbad sensibilisirt, gibt mit dem erwähnten Entwickler ein gutes Bild (Schnauss[7]).

Quecksilberjodür durch Eintauchen von Jodsalz-Collodion (auf Glas) in salpetersaure Quecksilberoxydul-Lösung erzeugt, nimmt durch Belichtung ein latentes Bild an, welches sich mit Pyrogallol und Silbernitrat entwickeln lässt. Quecksilberbromür ist dabei ohne Wirkung (Schnauss[8]).

---

1) Monckhoven, Phot. Archiv. 1863. S. 82.

2) Wolfram, Phot. Mitth. 1879. Bd. 16, S. 32. Phot. News. 1879. S. 362.

3) Schnauss, Phot. Archiv. 1865. S. 29.

4) Phot. Mitth. 1865. 2, 74 und 80. Phot. Archiv. 1865. S. 289; aus Brit. Journ. of Phot. — Der saure Quecksilber-Entwickler kann bei nassen Platten bis jetzt nicht den Silber-Entwickler ersetzen, die Thatsache hat nur theoretisches Interesse.

5) Phot. Mitth. 1865. Bd. 2, S. 86.

6) Phot. Mitth. 1871. Bd. 7, S. 303.

7) Phot. Archiv. 1866. Bd. 7, S. 5.

8) Phot. Archiv. 1875. S. 13.

Bei der sauren (physikalischen) Entwickelung mit Pyrogallol, Gallussäure, Eisenvitriol und dergleichen, wirken Säuren (Essigsäure, Citronensäure, Weinsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure etc.), saure Salze (Zinksulfat oder -nitrat etc.), gewisse organische Substanzen (Zucker, Gelatine etc.) als Verzögerer. Beschleunigend wirken neutrale essigsaure Salze (essigsaures Ammoniak, Natron etc.); ferner Erhöhung der Temperatur und Concentration.

Substanzen, welche Silbernitrat zu rasch reduciren, bewirken Schleier.

## III. Chemische Entwickelung.

Bromsilber gibt mit folgenden chemischen Entwicklern ein entwickelungsfähiges Bild: neutraler Pyrogallol-Lösung [Mudd, Simpson[1]); es entsteht wohl nur bei Gegenwart von Spuren Silbernitrat ein deutliches Bild. Eder], viel besser geht die Entwickelung vor sich in: Pyrogallol und Ammoniak, Aetzkali, Kalksacharat[2]), Natrium- oder Ammoniumcarbonat[3]) etc.; ferner in Pyrogallol gemischt mit hydroschwefligsaurem Natron[4]), mit unterphosphorigsauren Salzen[5]), mit metaphosphorsaurem Natron[6]), oder mit arsenigsaurem Kali[7]); hervorragend gut wirkt (ausser Pyro und Ammoniak) ein Gemisch von Pyrogallol und Aetzkali[8]) oder ameisensaurem Kali[9]).

Ausserdem sind chemische Entwickler für Bromsilber (in Form von Gelatine- oder Collodion-Emulsion) folgende mit Alkalien versetzte

---

1) Mudd, oder eigentlich sein Präparateur Wardley fanden zuerst, dass man Jodbrom-Albumin-Trockenplatten, durch blosse neutrale Pyrogalluslösung ohne Silberzusatz entwickeln könne, was Simpson 1861 bestätigte und publicirte (Phot. News. November 1861).

2) Geschichtliches siehe in den betreffenden Capiteln über „Bromsilber-Gelatine“ und „Bromsilber-Collodion“.

3) Davanne, Phot. Corresp. Bd. 13, S. 239.

4) Von Samman 1877 für Bromsilber-Collodion (auch -Gelatine) empfohlen (Phot. Corresp. 1877. S. 221. Brit. Journ. of Phot. 1877. S 17); später auch von Berkeley (Yearbook of Phot. 1881. S. 125), Bascher (Brit. Journ. of Phot. 1880. S. 493).

5) Dies Gemisch wurde zuerst von Carey Lea 1877 (Brit. Journ. Phot. S. 292) versucht; es wirkt nach Abney sehr gut auf Bromsilber-Gelatine (Phot. News. 1882. S. 142).

6) Wirkt fast so gut wie Pyrogallol und Aetzkali (Carey Lea a. a. O.) auf Jod-Brom-Chlorsilber.

7) Wirkt gut auf Jod-Brom-Chlorsilber (Carey Lea a. a. O.).

8) Wirkt nach Lea kräftiger als Pyro und Ammoniak (Brit. Journ. Phot. 1877. S. 292), was Verfasser bestätigt fand, jedoch stellt sich leicht Schleier ein (Phot. Corresp. 1879. S. 101 u. ff.). Lea benutzt eine Lösung von 1:100, wovon einige Tropfen zur Pyrogallol-Lösung kommen.

9) Lea (a. a. O), welcher diese Angabe zuerst machte (1877), setzte 2 bis 40 Tropfen ameisensaurer Kali-Lösung (1:100) zu 30 ccm Pyrogallol-Lösung (1:100).

Lösungen: Gallussäure[1]), Tannin[2]), Resorcin[3]), Hydrochinon[4]), Pyrocatechin[5]) (wirkt sehr kräftig), Hämatoxylin[6]); sodann für sich allein: hydroschwefligsaures Natron (Eder[7]), alkalische Zinnsalz-Lösung (Eder).

In neuerer Zeit wurden eine grosse Anzahl von organischen Entwicklersubstanzen entdeckt, welche insbesondere bezüglich ihres Verhaltens gegen Bromsilbergelatine-Platten studirt worden sind. Wir erwähnen hier bloss das Amidophenol $[C_6H_4 \cdot OH \cdot NH_2]$, Diamidophenol (Amidol) $C_6H_3 \cdot OH \cdot (NH_2)_2]$, Triamidophenol $[C_6H_2 \cdot OH \cdot (NH_3)_3]$, Eikonogen (amidonaphtholsulfosaures Natrium), Metol (Methylamido-Kresol $= C_6H_3 \cdot OH \cdot CH_3 \cdot NH \cdot CH_3$) Glycin (Oxyphenylglycin $= C_6H_4 \cdot OH \cdot NH \cdot C_2O_2H_3$) und verweisen auf die eingehende Würdigung der diesbezüglichen Untersuchungen in Eder's Jahrbüchern für Photographie (1893 und 1894), sowie auf den III. Band dieses Werkes, in welchem speciell von der Eignung dieser und anderer Entwickler-Substanzen für Bromsilbergelatine (für welche sie studirt wurden) die Rede ist.

Die grosse Anzahl von Entwicklern für Bromsilbergelatine-Platten theilt Eder in zwei Hauptgruppen ein, welche die Classification der Entwicklerarten erleichtern[8]).

Die I. Gruppe umfasst die langsam und gradatim entwickelnden Hervorrufer, z. B. Pyrogallol, Hydrochinon-Soda-Entwickler und Brenzcatechin-Soda. Diese Entwickler bringen am Negativ zuerst das hellste Licht, dann die Halbschatten und nach einiger Zeit erst die Details in den Schatten zum Vorschein. Solche Entwickler arbeiten für gewöhnlich bei Momentaufnahmen etwas hart, weil die Lichter schon zu kräftig sind, bevor die Schatten ausentwickelt sind. Aber solche Entwickler sind sehr leicht für verschieden lange Belichtungszeiten zu reguliren.

II. Gruppe. Rapid-Entwickler, welche Licht und Halbschatten fast gleichzeitig hervorrufen und unmittelbar darauf auch die Details in den

1) Wirkt schwächer als Pyrogallol; Gemische von Pyrogallol und Gallussäure stehen an Wirksamkeit in der Mitte zwischen beiden.

2) Sehr schwach wirkend.

3) Wie voriges (Eder und Tóth, Phot Corresp. 1880. S. 191).

4) Abney 1880 (Phot. News. 1880. Bd. 24, S. 345); Eder's Theorie und Praxis der Phot. mit Bromsilber-Gelatine. 1883. S. 154. Hydrochinon und Ammoniak wirkt so gut wie Pyrogallol und Ammoniak.

5) Werden 100 ccm Pyrocatechin einer 5proc. Lösung mit 10 bis 12 Tropfen Ammoniak versetzt, so kann man Bromsilber-Gelatine fast so gut wie Pyrogallus entwickeln (Eder und Tóth, Phot. Corresp. 1880. Bd. 17, S. 191).

6) Hämatoxylin (Blauholzextract) und Ammoniak gibt auf Bromsilber-Gelatine ein sehr schwaches Bild (Elsden, Phot. News. 1893. S. 117).

7) Durch Digeriren von gelöstem Natriumbisulfit mit Zinkstaub hergestellt. Man muss Bromsilber-Gelatine für diesen Entwickler etwas länger belichten, als für Eisenoxalat.

8) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1893. S. 405.

Schatten. Das Negativ erscheint anfangs monoton und grau, aber die Lichter kräftigen sich allmählich, und man kann rechtzeitig die Entwickelung unterbrechen, ohne Mangel an Details in den Schatten befürchten zu müssen. Hierher gehört Metol, Amidol, Eikonogen, Rodinal (d. i. Amidophenol und Aetzkali [1]), welche sich besonders für kurze Belichtungen eignen.

Eisenoxalat lässt sich in beide Gruppen eintheilen. Der gewöhnliche Eisenoxalat-Entwickler arbeitet gradatim, wie sub I erwähnt ist; Zusatz von etwas Fixirnatron nähert ihn der sub II angeführten Gruppe der Rapid-Entwickler.

Die chemischen Entwickler wirken bei grösserer Concentration und erhöhter Temperatur energischer. Beim Pyrogallol-Entwickler ist insbesondere die Quantität des zugesetzten Alkalis massgebend [2]).

Gewisse Substanzen, welche den Entwickler-Flüssigkeiten zugesetzt werden, verlangsamen dessen Wirkung; man nennt sie „Verzögerer". Mit ihrer Hilfe kann man den Hervorrufungs-Process bei allzu langer Belichtung verzögern und Ueberxpositionen bis zu einem gewissen Grade (s. S. 25) ausgleichen; in extremen Fällen kann man sogar, z. B. durch Zusatz von viel Bromkalium zum Pyrogallol-Soda-Entwickler, eine 100fache Ueberexposition ausgleichen.

Bei der chemischen Entwickelung mit alkalischem Pyrogallol, Hydrochinon, Gallus-Entwickler wirken als Verzögerer: lösliche Bromide, Chloride, Jodide, citronensaures, weinsaures, salpetersaures, phosphorsaures Kali oder Ammoniak, Kupfersalze und andere Salze, sowie gelbes Blutlaugensalz, Zucker, Gelatine, Eiweiss, Tannin und andere Substanzen (Ausführlicheres s. Emulsions-Verfahren). Beim Eisenoxalat-Entwickler gilt so ziemlich dasselbe, dazu kommt noch, dass Jodtinctur und viel freie Säure gleichfalls verzögernd wirkt, sowie insbesondere Eisenoxydsalze; unterschwefligsaures Natron dagegen ist ein Beschleuniger.

Jodsilber mit überschüssigem Jodkalium bereitet, dann belichtet, ist durchaus nicht unempfindlich, wie man lange glaubte (vergl. S. 33 und 42). Es gestattet sowohl die physikalische Entwickelung (mit Eisenvitriol und Silbernitrat), als auch die chemische Entwickelung mit oxalsaurem Eisenoxydulkali oder mit alkalischem Pyrogallol (als Jodsilber-Gelatine). Das beweist das Stattfinden einer chemischen Reduction (nicht bloss einer physikalischen Veränderung) des Jodsilbers. Jedoch ist es viel unempfind-

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. 1893. S. 412.

2) Die Sauerstoff-Absorption ist z. B, am stärksten bei einer Lösung von 0,25 g Pyrogallol in 10 ccm Kalilauge von 1,050 spec. Gew. am besten; grössere oder kleinere Concentration der Kalilauge vermindert dieselbe (Weyl, Annal. Chem. u. Pharm. 1880. S. 205 u. 255. Ber. deutsch. chem. Ges. 1881. S. 2659).

licher als Bromsiber mit denselben chemischen Entwicklern und gibt dünnere Bilder.

Jodsilber ist durch chemische Reductionsmittel viel schwerer zu reduciren als Bromsilber und dieses wieder weniger leicht als Chlorsilber. Deshalb bedient man sich auch in der Photographie mit Chlorsilber-Emulsion schwächerer Reducirer als Entwickler als mit Bromsilber; sonst erfolgt sehr leicht allgemeine Schwärzung.

Im Allgemeinen wird Chlorsilber durch reducirende Agentien viel rascher zu Metall reducirt als Bromsilber[1]).

Für belichtetes Chlorsilber sind nach Eder und Pizzighelli[2]) nur schwächere Reductionsmittel geeignet; im Folgenden sind selbe in der Reihenfolge ihrer Brauchbarkeit angeführt:

Ammoniumferrocitrat bei Gegenwart von freier Citronensäure, verdünnte Hydrochinon-Lösung und Ammoniumsesquicarbonat[3]) oder Soda [ferner Glycin und Metol], Hämatoxylin und Ammoniumsesquicarbonat, neutrales Pyrogallol ($^1/_2$—1 Perc.), Pyrogallol und Natriumcarbonat, Gallussäure und Ammoniak; ammoniakalische Kupferoxydul- oder Chlorür-Lösung (Eder und Tóth).

Ein, wenn auch nur schwaches und unregelmässiges, Entwickelungsvermögen besitzen ferner noch: Tannin und Ammoniak, Brenzcatechin und Ammoniumcarbonat, Resorcin und Ammoniumcarbonat, Glucose und Aetzkali Natriumferrocitrat, Ferroacetat, Ferrosuccinat, Ammoniumferrotartrat.

Gar kein Entwickelungsvermögen besitzen: Angesäuertes Pyrogallol, reines Tannin, Brenzcatechin, Resorcin, Hämatoxylin, Gallussäure, Morphinacetat, Eisenvitriol und viele andere unorganische Eisensalze etc.

Brom-Jod-Chlorsilber auf Papier[4]) gibt nach Carey Lea[5]) ein mit folgenden Substanzen entwickelungsfähiges Bild:

### I. Entwickelung mit Glycosiden.

Die Eigenschaft, latente Bilder zu entwickeln, zeigt sich bei den Glycosiden in höherem Masse, als bei irgend einer anderen Klasse von Körpern, die Lea versucht hatte. Es ist deshalb ziemlich merkwürdig, dass dieses Vermögen nicht in irgend einem Falle den erwarteten Nutzen herbeiführt. Die charakteristische Eigenschaft der Glycoside besteht darin, dass sie unter dem Einflusse von Wärme und von verdünnten

1) Eder, Sitzungsber. d. Acad. d. Wissensch. II. Abth. Bd. LXXXI, S. 679.

2) S. Chlorsilber-Gelatine-Emulsion.

3) Sitzungsber. d. Acad. d. Wissensch. in Wien. II. Abth. Bd. 83, Jänner 1881. Phot. Corresp. 1881. Ferner Eder und Pizzighelli's Photogr. mit Chlorsilber-Gelatine. 1882.

4) Das Papier wurde zuerst mit einer Lösung von 8 Th. Bromkalium, 2 Th. Jodkalium und $1^1/_3$ Th. Chlorammonium in 30 ccm Wasser getränkt, dann auf einem Silberbad gesilbert und gewaschen.

5) Brit. Journ. of Phot. 1877. S. 292 und 204.

Mineralsäuren in Glycose und einen neuen Körper umgesetzt werden und oft gleichzeitig bei einer Temperatur, die weit unter 100 Grad C. liegt, eine schwarze, kohlenartige Substanz ausscheiden. Weiter unten wird ersichtlich, dass die Glycose nur eine sehr schwache entwickelnde Kraft besitzt, so dass das Vorhandensein dieses Entwickelungsvermögens bei vielen Glycosiden in keiner Beziehung steht zu der entsprechenden Glycosereaction.

Aesculin (eine Abkochung der frischen Rosskastanienrinde), in Verbindung mit schwacher Kalilösung auf das latente Bild gebracht, entwickelt recht gut.

Daphnin[1]) gab ein ziemlich kräftiges Bild. Wenn ein alkoholischer Auszug von Mezereumrinde mit verdünnter Salzsäure auf dem Wasserbade eingedampft wird, entsteht Daphnetin (in kleiner Menge); dieses zeigt in Verbindung mit Kali ein stärkeres Entwickelungsvermögen als das Daphnin.

Quercitrin (Flavin des Handels[2]) besteht hauptsächlich aus Quercetin und scheint ein geringes Entwickelungsvermögen zu besitzen; wenn es aber durch ganz kurze Zeit mit sehr verdünnter wässeriger Kalilösung und Zinkfeilspänen gekocht wird, so erlangt es einige Wirksamkeit, wahrscheinlich in Folge der Bildung von Quercitrin. Auch eine Abkochung von weisser Eichenrinde, die viel Quercitrin enthält, gab ein ziemlich gutes Bild.

Solanin und Thujin entwickelten in Verbindung mit verdünntem Kali schwach. Phlorizin, Glycyrrhizin und Colocynthin waren jedoch unter gleichen Verhältnissen unwirksam.

## II. Entwickelung mit Zuckerarten.

In den meisten Fällen wird bei allen organischen Substanzen das Entwickelungsvermögen am besten ausgenützt durch die Anwendung von Kali; die Zuckerarten machen hiervon keine Ausnahme.

Rohrzucker und Glycose sind beinahe ohne Wirkung.

Milchzucker gibt ein helles Bild auf dunklem Grunde. Er scheint den Grund zu verschleiern und das Bild zu metallisiren. Die Entwickelungsfähigkeit ist durchaus nicht gross. — Glycocin ist ohne Wirkung[3]).

Ganz anders wirkt Manna; mit verdünntem Kali bringt sie ein kräftiges rothes Bild heraus. Die Wirkung der Manna kann im Vergleiche mit den oben erwähnten Zuckerarten als zehn- bis zwanzifach, ja vielleicht noch höher angeschlagen werden[4]). Diese merkwürdige Verschiedenheit so verwandter Substanzen, wie die Zuckerarten, führt zu der Erwägung, dass Mannit einer anderen Abtheilung angehört als die übrigen oben erwähnten Substanzen, umsomehr, als er nicht ein Kohlenhydrat ist, sondern mehr Wasserstoff enthält, als nothwendig ist, um mit dem Sauerstoff Wasser zu bilden. Das Vorhandensein eines Ueberschusses an einem so wirksamen redu-

1) Daphnin ($C_{31}H_{38}O_{19}$) zerfällt unter Einwirkung von Säuren oder Emulsin in Zucker und Daphnetin ($C_{19}H_{14}O_9$). Wahrscheinlich hat Carey Lea auch hier nur den wässerigen oder alkoholischen Auszug der Seidelbastrinde angewendet, in welchem auch ein Harz enthalten ist.

2) Quercitrin ($C_{33}H_{30}O_{17}$) scheidet sich unrein als Flavin beim Erkalten einer Abkochung von Quercitrinrinde aus.

3) Glycocin ist ein Zersetzungsproduct von Gelatine und Schwefelsäure.

4) Carey Lea dürfte wohl hier nur die callabrische Manna im Auge haben, die aus 60—80 Proc. Mannit, Traubenzucker und einer Silbersalze leicht reducirenden Substanz besteht. Vielleicht dürfte die besondere Wirkung mehr der letzteren als dem Mannit zuzuschreiben sein?

cirenden Körper, wie der Wasserstoff, schien zur Ausdehnung des Versuches zu berechtigen und zur Erprobung der Wirkung eines anderen Zuckers, welcher derselben Klasse angehört, wie der Mannit, nämlich zur Prüfung des Quercits. Aber der Quercit zeigte unter genau denselben Verhältnissen kein Entwickelungsvermögen[1]) Demnach musste der Gedanke verworfen werden. — Unter allen Substanzen, die geprüft wurden, gab die Manna das rotheste Bild. In vielfacher Beziehung ist deren Wirkung bemerkenswerth.

### III. Entwickelung mit Eisensalzen.

Ferrosulfat (Eisenvitriol) ist für sich allein unwirksam. Während Eisenvitriol auf trockenem Bromsilber bei Abwesenheit von Silbernitrat gar kein Bild gibt, erhält das Eisen in Verbindung mit organischen Säuren nach Carey Lea die Eigenschaft, das latente Bild in Abwesenheit eines löslichen Silbersalzes anzugreifen und zu reduciren und so ein sichtbares Bild zu erzeugen. — Verschiedene Säuren wirken sehr verschieden.

Ferrolactat (milchsaures Eisenoxydul, erhalten durch Auflösen von Ferrohydroxyd [Eisenoxydulhydrat] in wässeriger Milchsäure) verursacht eine gute und kräftige Entwickelung.

Ferrosalicylat (salicylsaures Eisenoxydul, in ähnlicher Weise hergestellt) gab ähnliche Resultate[2]).

Ferrosuccinat (bernsteinsaures Eisenoxydul) entwickelt auch sehr gut. Am besten bereitet man eine schwach saure Auflösung von Bernsteinsäure in Ammoniak und setzt dann Ferrosulfat so lange hinzu, als damit nicht ein Niederschlag entsteht[3]).

Ferrocitrat, Tartrat und Formiat (citronensaures, weinsaures und ameisensaures Eisenoxydul) geben auch Bilder, wirken aber viel schwächer als die drei vorerwähnten Salze[4]).

Kalium-Ferro-Oxalat (oxalsaures Eisenoxydul-Kali) ist das wirksamste der von Lea versuchten Ferrosalze. Lösungen von Eisenvitriol und Weinsäure, welche mit überschüssigem Kali, Ammoniak oder kohlensaurem Ammoniak alkalisch gemacht wurden, haben nach Lea keine entwickelnde Kraft. Wohl aber geben nach Versuchen von Eder und Tóth Gemisch von Eisenvitriol und citronensaurem Ammoniak und überschüssigem phosphorsauren Natron und Aetzammon oder kohlensaurem Ammoniak und Ammoniak Entwickler für Bromsilber, wenn auch unvollkommen.

Eine ganze Reihe von Eisenentwicklern für Bromsilbergelatine gab Carey Lea[5]) an: 1. Gemische von oxalsaurem Kali mit schwefligsaurem Natron und Eisenvitriol (Oxalat-Sulfit-Entwickler[6]); 2. von oxalsaurem Kali und Eisenvitriol mit Borax (Oxalat-

---

1) Diese geringere Wirkung dürfte wohl auch ihre Begründung darin finden, dass Mannit alkalische Kupferoxydlösung reducirt, Quercit jedoch derselben widersteht. Quercit (Eichelzucker) wird durch Fällen des wässerigen Auszuges der Eicheln mit Kalk, Vergähren des Filtrates mit Hefe und Verdampfen in harten, leicht löslichen und weissen Krystallen erhalten.

2) Wirkt auf Bromsilbergelatine schwach (Eder).

3) Wurde von Barlineth für Bromsilbergelatine empfohlen (Brit. Journ. of Photogr. Bd. 17, S. 280 und 292; auch Phot. Mitth.); besitzt jedoch geringe Wirksamkeit (Eder).

4) Dasselbe fand Verfasser für citronensaures Eisenoxydul-Ammoniak.

5) Brit. Journ. of Phot. 1880. Bd. 17, S. 280 und 292; auch Phot. Mitth. 1880. — Daselbst finden sich genaue Recepte zu allen diesen Entwickler-Arten.

6) 30 g Kaliumoxalat, 4 g schwefligsaures Natron, 190 ccm Wasser, 10 g Eisenvitriol.

Borax-Entwickler); 3. eine Lösung von phosphorsaurem Eisenoxydul in oxalsaurem Ammoniak; 4. ein Gemisch von Eisenvitriol mit Brechweinstein (gibt ein Bild von goldbrauner Farbe); 5. Gemisch von Boraxweinstein und Eisenvitriol; 6. Gemisch von weinsaurem Ammoniak, Borax und Eisenvitriol.

Von allen diesen Entwicklern hat keiner Vorzüge vor dem Oxalat-Entwickler. Die unter 1., 2., 3. angeführten kommen ihm nahe, alle anderen stehen weit hinter ihm.

Unterphosphorige Säure mit Eisenfeile gesättigt, gibt ein Salz, welches nicht entwickelt; aber eine in der Wärme gemischte Lösung von Eisenvitriol und unterphosphorigsaurem Natron entwickelt rasch ein Bild. Die kalt gemischten Lösungen besitzen kein Entwicklungsvermögen, wohl aber erhalten sie dasselbe, wenn sie zum Kochen erhitzt werden und dann wieder erkalten. Dieser Entwickler zeigt nicht die geringste Neigung zur Schleierbildung. Er braucht aber leider eine lange Exposition und gibt in den Schatten mangelhafte Details (Carey Lea).

Der Effect der verschiedenen Entwickler auf Farbe und Charakter des Bildes ist oft sehr merkwürdig. Enthält die Bromsilber-Emulsion Jodsilber, so bekommt das mit Oxalat entwickelte Bild eine olivenschwarze Farbe; mit in weinsaurem Ammoniak gelöstem Ferrophosphat entwickelt, wird das Bild ziegelroth. Ein Gemisch von Eisenvitriol und neutralem weinsauren Natron ohne Bromkalium entwickelt auf Jodbromsilber-Emulsion ein rothbraunes Bild, nach Zusatz von etwas Bromkalium aber ein olivenschwarzes.

Von diesem Entwickler findet nur Anwendung: oxalsaures Eisenoxydul-Kali (Kalium-Ferro-Oxalat), d. i. eine Lösung von oxalsaurem Eisenoxydul in oxalsaurem Kali, sowie eine ebensolche in oxalsaurem Ammoniak oder Natron (Eder[1]) oder in citronensaurem Kali (nach Abney[2]). — Weitere Details s. Cap. Bromsilber-Emulsion Bd. III.

## IV. Entwickelung durch Säuren.

Mehrere organische Säuren, mit Alkalien zur schwach basischen Reaction übersättigt, wurden von Lea[3]) auf ein latentes Bild von Chlor-Brom-Jodsilber mit schwachem Erfolg zur Anwendung gebracht. — Cevadinsäure gab eine ziemlich erträgliche Entwickelung. Als ein Beispiel für den Umstand, dass die reducirende Wirkung gegen Silberhaloïde nicht immer nothwendig das Entwicklungsvermögen für das latente Bild in sich schliesst, mag erwähnt werden, dass Phenol, Glycerin- und Gentiansäure, welche ein bedeutendes Reductionsvermögen besitzen, durchaus nicht als Entwickler wirken.

Oelsäure gab ein lichteres Bild als der Grund. Santonin-, Sinapin-, Gummi-, Apfel-, Hippur- und andere organische Säuren erwiesen sich jede als beinahe oder gänzlich wirkungslos.

Vanadige Säure, welche als Kaliumvanadit, durch Kaliüberschuss stark alkalisch gemacht, verwendet wurde, blieb ohne Wirkung.

---

1) Eder's Theorie und Praxis der Photogr. mit Bromsilbergelatine. 1. Aufl. u. ff.

2) Phot. News. 1881. S. 483; s. ferner Eder's Theorie und Praxis der Photogr. mit Bromsilbergelatine, sowie das betreffende Capitel in diesem Werke.

3) Was Carey Lea unter Cevadinsäure verstanden wissen will, erscheint nicht recht klar. Cevadin, auch Hordeïn, wurde von Proust eine Substanz genannt, die beim Erwärmen der Gerstenstärke mit säurehaltigem Wasser in geringer Menge ungelöst zurückbleibt und welche sich beim Keimen der Gerste in Stärke verwandeln soll.

### V. Entwickelung durch Harze.

Nahezu verwandt den Säuren waren die Harze, welche zumeist sich als mit Alkalien verbindungsfähig erwiesen. In Gegenwart eines Kaliüberschusses zeigten sie im Allgemeinen ein ausgesprocheneres Entwickelungsvermögen als die in dieser Richtung besonders hervorragenden Säuren. Darunter zeichnet sich das Guajacharz besonders aus. In schwacher Kalilauge gelöst, gibt es ein entschiedenes und kräftiges Bild, das kaum dem durch Pyrogallol erzeugten nachsteht. Tolubalsam und Colophonium oder gewöhnliches Harz zeigen beide mit Kali ein beträchtliches Entwickelungsvermögen, das jedoch entschieden geringer ist als das des Guajacharzes. Podophyllinharz entwickelte kräftig.

### VI. Entwickelung durch ätherische Oele.

Die ätherischen Oele theilen mit den Harzen die Auflöslichkeit in Kalilauge und geben dann Flüssigkeiten, die mehr oder weniger entwickelnd wirken. Unter den von Lea untersuchten schien das Nelkenöl[1]) das wirksamste zu sein. Dessen Lösung in Kalilange wirkt, stark mit Wasser verdünnt, allmählich auf das Bild, welches regelmässig und ohne Schleier hervortritt, so dass man die Entwickelungsflüssigkeit durch längere Zeit mit dem Papier in Berührung lassen kann, wodurch das Bild stetig an Kraft gewinnt. — Das grüne Oel der römischen Kamille zeigt beinahe gleiche Eigenschaften, wie das Nelkenöl, jedoch weit schwächer. — Das Pfefferminzöl wirkt nicht unähnlich der Oelsäure. Es scheint das Bild metallisch zu machen, indem es jene Stellen dunkel färbt, auf welche das Licht nicht eingewirkt hat und in dieser Weise ein gelbliches oder goldfarbiges Bild auf einem dunklen Grunde erzeugt.

### VII. Entwickelung durch Basen.

Einige organische Basen wurden versucht, jedoch mit so geringem Erfolg, dass es Lea nicht der Mühe werth schien, die Untersuchung in dieser Richtung weiter fortzusetzen. — Codeïn fand Lea, erhöht, als Präservativ über eine Trockenplatte gegossen, wesentlich ihre Empfindlichkeit, zeigt sich jedoch völlig wirkungslos, wenn es mit Kalilösung auf ein latentes Bild gebracht wird. — Daturin gibt nur ein schwaches Bild.

### VIII. Entwickelung durch Kupferoxydul-Ammoniak.

Die ammoniakalische Lösung von Kupferoxydul[2]) wird am besten erhalten, indem man ein Quantum Kupferdrehspähne in eine Flasche bringt, welche mit einem gut eingeschliffenen Glasstoppel versehen ist. Etwas schwarzes Kupferoxyd oder Kupferhydroxyd wird hierauf zugesetzt und die Flasche mit stärkstem Ammoniak angefüllt. Der Zusatz einer kleinen Menge Kupfersalz befördert die Einwirkung. Zu diesem Zwecke kann Kupfersulfat (blauer Vitriol) verwendet werden in der Menge von einer

1) Das Nelkenöl wurde wegen seiner reducirenden Wirkung bereits von Drayton zum Belegen der Spiegel mit Silber benützt. (Dingler's polyt. Journ. Bd. 113, S. 214.)

2) Die reducirende Wirkung des Kupferoxyduls in ammoniakalischer Auflösung gegenüber den Silberverbindungen, insbesondere jedoch dem Chlorsilber, wurde im Jahre 1863 von E. Millon und A. Commaille ausführlich besprochen und damals nicht nur zur Silberbestimmung, sondern selbst zur Gewinnung des Silbers im Grossen empfohlen. (S. Comptes rendus LVI, S. 309. Fresenius' Zeitschrift für analytische Chemie II, S. 212 und 213.)

Drachme (3,8879 g) auf 2 und 3 Unzen (62,2069—93,3104 g) flüssiges Ammoniak. Die Flasche wird durch eine Woche wiederholt tüchtig geschüttelt, bis die Flüssigkeit vollkommen farblos wird, worauf sie für den Gebrauch geeignet ist. Die Kupferdrehspähne haben das Kupferoxyd zu Kupferoxydul reducirt. — Diese Flüssigkeit, in der Menge von 10 Tropfen auf 1 Unze Wasser (28,8966 ccm) verwendet, bildet einen kräftigen Entwickler für empfindliches und exponirtes Papier. Sie bietet ein grosses Interesse, indem sie der einzige vollkommen unorganische Entwickler ist, der ein latentes Bild sichtbar macht bei völliger Abwesenheit eines löslichen Silbersalzes. Die Wirksamkeit wird, wie zu erwarten ist, wesentlich durch die Gegenwart gewisser organischer Substanzen gesteigert. Die organischen Säuren, soweit sie versucht worden, bringen diese Wirkung hervor. Letztere werden am zweckmässigsten nur in solcher Menge zugesetzt, dass sie einen Theil des Ammoniaks ungesättigt lassen und dass demnach die Flüssigkeit noch alkalisch reagirt. — Milch- und Ameisensäure können als die Muster dieser organischen Säuren betrachtet werden. Beide erhöhen die Wirksamkeit der ammoniakalischen Lösung; unter denselben wirkt Ameisensäure kräftiger. Viele der Substanzen, welche mit Aetzkali verwendet, das latente Bild entwickeln, wirken in ähnlicher Weise, wenn sie mit Kupferoxydul-Ammoniak zur Anwendung kommen. Unter diesen mögen erwähnt werden: Guajac, Gallus-Gerbsäure und Manna.

Wird die Ameisensäure mit Kupferoxydul-Ammoniak verwendet und ist hierbei das Ammoniak im Ueberschuss, so können wir gegen Ende der Entwickelung eine frische Portion von Ameisensäure hinzugeben, welche hinreicht, um die Flüssigkeit sauer zu machen, und hierauf etwas Silbernitrat, so dass eine secundäre Entwickelung hervorgebracht wird. Lea hat auf diese Weise ein sehr kräftiges Bild erhalten. Dies scheint eine Eigenschaft zu sein, welche bisher nicht erkannt wurde und die erwarten lässt, dass die Ameisensäure mit Vortheil als ein Wiederentwickler benützt werden kann. — Die Wirkungsweise der Lösung von Kupferoxydul-Ammoniak ist jedoch verschieden von der des Ammoniaks allein, da das Kupfer einen deutlich erkennbaren Einfluss übt und bedeutend die Kraft erhöht. Sensibilisirtes Papier, welches so lange exponirt wurde, dass die gewöhnliche alkalische Entwickelung leicht erfolgt, gibt durchaus kein Bild, wenn es mit reinem Ammoniak behandelt wird. Bei der Behandlung mit Kupferoxydul-Ammoniak wird das Bild leicht und rasch entwikelt. — Werden organische Substanzen zugesetzt, so wird die Farbe des hervorgerufenen Bildes dadurch bedeutend beeinflusst. Mit Ameisensäure wurde ein rein schwarzes Bild erhalten und mit Guajac ein nahezu schwarzes. Manna, Tannin, Pyrogallol und Milchsäure geben jedes für sich ein warmes Braun. Kaffee gab einen herrlichen lichten Ton.

## IX. Entwickelung mit verschiedenen anderen Substanzen.

Jede vegetabilische Substanz, welche eine reducirende Wirkung ausübt (und deren Zahl ist sehr gross), liefert möglicherweise einen Entwickler. Folgemässig wirkt manches organische Präservativ, wenn es angewendet und auf der Platte belassen wird, in gewissen Fällen mit Aetzkali in der Weise, dass eine Entwickelung stattfindet. Daher können bisweilen empfindliche Schichten eine scheinbare Entwickelung erfahren, wenn sie nur mit Aetzkali behandelt werden. Es ist gewiss, dass die Wirksamkeit der organischen Substanz bisweilen durch langes Waschen nicht gänzlich aufgehoben wird. Lea hat also nach sehr langem Waschen auf gewissen Schichten sich bloss durch Aetzkali ein vollkommen sichtbares Bild entwickeln sehen, hinreichend kräftig, um dem Fixirungsmittel zu widerstehen. Bei Versuchen über neue Entwickelungsmethoden muss man sich diese Thatsache stets gegenwärtig halten, indem sonst

manchen Substanzen, die vollkommen wirkungslos sind, ein Entwickelungsvermögen zugeschrieben wird. Ammoniak hat ein viel geringeres Vermögen, diese Wirkung hervorzubringen und im Allgemeinen gibt es viele Substanzen, die unter der Einwirkung von Aetzkali entwickelnd wirken, während sie es in Gegenwart von Ammoniak nicht thun.

Nachfolgend werden die Reactionen verschiedener vegetabilischer Substanzen angegeben. Bei Untersuchung ihrer Wirkungsweise wurde der Absud durch einige Augenblicke mit sehr verdünnter Kalilauge gekocht und hierauf stark verdünnt auf das sensibilisirte und exponirte Papier gegossen.

Arecanuss, Aloë, Berberisrinde, Gerbholz und die Blätter der Bärentraube zeigten ein bedeutendes Entwickelungsvermögen.

Gnadenkraut, Ipecacuanha, Pimentnuss hatten eine wohl ausgesprochene, aber geringere Wirkung als die früher genannten Substanzen. — Die folgenden Stoffe zeigten eine geringe oder gar keine Wirkung, nämlich Lackmus, Safflor, Rutin, Bryonia, Stefanskörner, Zeitlose, Curcuma, Brechnuss, Caffeïn und Berberin.

Aceton mit einem Proberöhrchen, mit einigen Tropfen verdünnter Kalilauge erwärmt und dann mit der 10 bis 20fachen Menge Wasser verdünnt, bringt ein kräftiges Bild von eigenthümlich purpurfarbenem Ton hervor. Die Wirkung ist hinreichend lebhaft, um die Möglichkeit einer zukünftigen Anwendung vermuthen zu lassen. — Aldehyd hingegen, das nach seinen Eigenschaften ein bedeutendes Entwickelungsvermögen erwarten liess, liefert in derselben Weise, wie das Aceton angewendet, kein Resultat.

## X. Pyrogollol und verschiedene Silbersalze.

Carey Lea[1]) untersuchte 1877 folgende Silbersalze auf ihre Entwickelungsfähigkeit: Lösliche Salze von solchen Säuren, welche mit Silber unlösliche oder schwerlösliche Niederschläge liefern, wurden ausgewählt und damit sehr reines Papier getränkt. Nach dem Trocknen wurden die Papiere auf einer Lösung von 1 Th. Silbernitrat in 24 Th. Wasser schwimmen gelassen, die auf 1 Unze (30 ccm) einen Tropfen Salpetersäure von der Dichte = 1,28 enthielt. Der Silberüberschuss wurde hierauf ausgewaschen. Ein Theil der Papiere wurde gleich getrocknet, der andere eine Minute lang in eine Tanninlösung getaucht und wieder gewaschen. Die auf diese Art an der Oberfläche des Papieres gebildeten Salze wurden starkem zerstreuten Licht in einigen Fällen durch zwölf, in anderen durch sieben Secunden ausgesetzt. Dann wurden sie der Einwirkung von verdünnter Pyrogallollösung, die mit etwas kohlensaurem Ammon und Bromkalium versetzt war, unterzogen; letzteres dient zur Abschwächung der lebhaften Wirkung der anderen Bestandtheile. — Citronensaures und weinsaures Silber gaben sehr schwache Bilder. Ersteres war zu unregelmässiger Reduction sehr geneigt, das zweite nicht. — Silberplatincyanid gab ein kräftiges Bild, kräftiger als alle übrigen versuchten Substanzen, nur minder kräftig als das zum Vergleich benützte Bromsilber. — Schleimsaures Silber gab ein sehr schwaches Bild und war zu unregelmässiger Reduction sehr geneigt. — Pyrophosphorsaures Silber verhielt sich in gleicher Weise. — Arsenigsaures Silber gab ein ziemlich kräftiges Bild, das dem mit Silberplatincyanid erhaltenen zunächst kam, klar und frei war von unregelmässiger Reduction. — Schwefelcyansilber lieferte ein äusserst schwaches

1) Phot. Corresp. 1877. S 206. Nach Amer. Journ. of Science and Arts durch Brit. Journ. of Phot.

Bild mit sehr unregelmässiger Reduction. — Weinsaures Antimonoxydsilber gab ein schwaches Bild ohne unregelmässige Reduction. — Knallsaures Silber zeigte ein schwächeres Bild als das vorige, das aber dennoch klar war. — Salpetrigsaures Silber wirkte ähnlich wie das vorige. — Hippursaures Silber gab ein äusserst schwaches Bild mit sehr unregelmässiger Reduction. — Nachstehende Salze zeigten unter den oben erwähnten Bedingungen keine Spur eines entwickelungsfähigen Bildes: Salicylsaures, valeriansaures, bernsteinsaures, schwefligsaures, harzsaures, phosphorsaures, metaphosphorsaures, wolframsaures Silber, Ferrocyansilber, Nitroprussidsilber, chromsaures, kohlensaures, oxalsaures Silber. Wohl zu beachten ist, dass die Versuche auf die Erzeugung eines latenten Bildes beschränkt wurden, das durch Pyrogallol und Ammoniak entwickelungsfähig wird, dass daher die erwähnte Unempfindlichkeit als eine solche bei kurzer Belichtung und unter den angeführten Umständen betrachtet werden darf, verglichen mit der hohen Empfindlichkeit des Brom-, Jod- und Chlorsilbers bei einer verhältnissmässig kürzeren Exposition. — Was die Wirkung des Tannins betrifft, welches mit jedem der früher erwähnten Salze besonders versucht wurde, so ist wohl zu bemerken, dass nicht eine der geprüften Substanzen, welche ohne Tannin sich unempfindlich zeigte, durch das letztere empfindlicher wurde. Es schien zweifelhaft, ob das Tannin in einigen Fällen nicht die Empfindlichkeit erhöht; die Thatsache ist bei dem Umstande, dass die Empfindlichkeit bei den Silberhaloïden erhöht wird, besonders merkwürdig.

## IV. Relative Empfindlichkeit verschiedener Processe.

Die relative Empfindlichkeit der verschiedenen photographischen Processe, speciell der Negativ-Verfahren, hängt von mehreren Umständen ab und wurde bereits im I. Bande, Erste Abth., S. 293 erörtert. Die Empfindlichkeit von photographischen Entwickelungs-Processen hängt ab:

1. Von der Qualität der Silber-Verbindung; 2. der chemischen Zusammensetzung und der Temperatur des Entwicklers, sowie der Zeitdauer der Entwickelung; 3. der Art der Beleuchtung des photographischen Gegenstandes.

Im nassen Collodion-Verfahren (sowie auf Papier) mit Eisenvitriol oder saurer Pyro-Entwickelung ist Jodsilber und Jodbromsilber empfindlicher als Chlorsilber [1]).

Im Trocken-Verfahren mit Eisenoxalat oder alkalischer Pyrogallol-Entwickelung ist aber Bromsilber und Jodbromsilber das empfindlichste. Wird eine nasse Jod-Collodionplatte im Silberbade sensibilisirt, dann gewaschen, so ist sie mit alkalischem Pyro-Entwickler vielleicht 20 bis 30 mal weniger empfindlich als eine analog bereitete Bromsilber-Collodionplatte. Wird $AgJ$ mit $KJ$-Ueberschuss und Gelatine $^1/_2$ Stunde gekocht, so ist sie ungefähr 20 bis 50 mal unempfindlicher als eine analoge $AgBr$-Gelatine-Emulsion (mit Oxalat-Entwickelung).

1) H. W. Vogel, Poggendorff's Annal. Bd. 119, S. 497. Jahresbericht für Chemie. 1863. S. 286.

Die Empfindlichkeit von Jodsilber in Collodion ist immer grösser, wenn es bei Gegenwart von $AgNO_3$ gefällt ist, als mit $KJ$. In beiden Fällen wird das gut gewaschene $AgJ$ durch Tannin oder Gallussäure empfindlicher, ohne dass das mit $KJ$ gefällte das erstere erreicht (Himes[1]). Tränkt man Jodsilber mit Jodkalium, Cyankalium, Bromkalium, Kochsalz, so wird es mit allen Arten von Entwickelung unempfindlicher und zwar um so mehr, je mehr von diesen Salzen zugegen ist[2]).

Ausserordentlich viel hängt von der Präparation der empfindlichen Platten ab. Wenn die Empfindlichkeit einer nassen Jodbrom-Collodionplatte = 1 (oder = 10 Grad in Warnerke's Sensitometer) ist, so kann man eine Jodbromsilber-haltige Bad-Gummi-Gallus-Collodion- oder Tannin-Platte = $^1/_5$ bis $^1/_8$, eine Taupenot-Platte = $^1/_{10}$ (mit saurer Pyro-Entwickelung), eine Chardon'sche Bromsilber-Collodionemulsion (mit alkalischer Entwickelung) = $^1/_2$, mit saurer = $^1/_4$ bis $^1/_8$ setzen. Bromsilber-Collodion mit Spuren von überschüssigem $KBr$ und alkalischem Pyro-Entwickler wäre = $^1/_{10}$ oder $^1/_{20}$, dieselbe mit Tannin als Sensibilisator = $^1/_3$ oder $^1/_4$; Bromsilber-Collodion mit Spuren von $AgNO_3$ = $^1/_2$ oder $^1/_3$, welche Empfindlichkeit sofort um das 4fache sinkt, sobald etwas $NaCl$ oder $NH_4Br$ zugesetzt wird.

Das ursprüngliche Daguerreotyp-Verfahren hatte vielleicht $^1/_{15}$ bis $^1/_{30}$ der Empfindlichkeit des nassen Collodion-Verfahrens; das moderne Bromsilbergelatine-Verfahren von gewöhnlicher Empfindlichkeit hat dagegen die 3 bis 30fache, ja sogar 100fache Empfindlichkeit des letzteren, je nach der Darstellungsweise.

Die Empfindlichkeit der Silberhaloïdsalze gegen Licht ist nicht nur durch die Präparation der Salze, sondern auch durch die Art der Entwickelung beeinflusst, was aus den vorstehenden Zahlen hervorgeht. Die alkalische Entwickelung mit Pyrogallol ist bei Bromsilber der sauren bedeutend überlegen, während bei Jodsilber das Umgekehrte der Fall ist. Um sehr viel übertreffen die neueren Rapid-Entwickler (z. B. Metol, Amidol, Rodinal) die früher gebräuchlichen schwächeren Entwickler.

Entwickler mit Gallussäure sind mit Brom-, Jod- und Chlorsilber weniger empfindlich als solche mit Pyrogallol. Mit Pyrogallol und Ammoniak (oder Eisenoxalat) kann man auf Bromsilber eine 100mal grössere Empfindlichkeit erzielen als mit Pyrogallol und Soda und viel

2) Phot. Archiv. 1865. S. 179.

3) Jodsilber-Bad-Collodionplatten werden durch Ueberziehen mit Chlorammonium-haltigem Eiweiss (mit $^1/_3$ Procent Salmiak) sehr unempfindlich; die Empfindlichkeit wird sofort wieder erhöht, wie man die Platte wäscht (Petschler und Mann, Kibbl, Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5, S. 164).

Bromkalium. Bromsilbergelatine, welche mit Pyro und Ammoniak 4mal empfindlicher als eine nasse Collodionplatte ist, erscheint mit Pyro und Essigsäure und Silbernitrat nur $^1/_{20}$ bis $^1/_{50}$ so empfindlich etc.

Chlorsilbergelatine mit Pyrogallol und Soda ist etwa 20fach empfindlicher, als mit neutralem Pyrogallol und 100fach mehr als mit Hämatoxylin und Ammoniumcarbonat.

Warme Entwickler gestatten oft $^1/_2$ oder $^1/_3$ der Belichtung kalter Entwickler; dies gilt für die meisten Entwickler (Eisenvitriol und Silbernitrat, Eisenoxalat, Pyro und Ammoniak). Häufig aber holen letztere durch längere Entwickelung die ersteren ein.

Die Empfindlichkeit ist je nach der Natur des Lichtes verschieden. Z. B. erscheint Bromsilbergelatine bei dem Phosphorescenz-Licht des Warnerke-Sensitometers viel empfindlicher als eine nasse Jodsilber-Collodionplatte (vergl. Heft 2, S. 100 und 202), während die Differenz bei Tageslicht oder Gaslicht nicht so gross ist[1]). Ebenso schwankt die relative Empfindlichkeit mit der Tages- oder Jahreszeit, der Witterung (s. Bd. I, Erste Abth., S. 321), der Art der Lichtquelle (Bd. I, Erste Abth., S. 456).

Ueber die Wirkung der Sensibilisatoren s. Bd. I, Erste Abth., S. 251 und diesen Band, S. 31.

Dass die photographische Empfindlichkeit mit der photochemischen Färbung der Silbersalze nicht im Zusammenhange steht s. dieses Heft S. 3.

Weitere Details über die Empfindlichkeit der einzelnen Processe s. d.

1) Vergl. Bd. I, Erste Abth., S. 293.

## FÜNFTES CAPITEL.

# SOLARISATION UND UMKEHRUNG DES BILDES WÄHREND DER ENTWICKELUNG.

Unter Solarisation versteht man die Erscheinung, dass eine Brom-, Jod- oder Chlorsilberplatte bei einer bedeutend verlängerten Belichtung die Entwickelungsfähigkeit zum Theil oder gänzlich verliert. Im Anfange nimmt die lichtempfindliche Platte bei verlängerter Belichtung in immer höherem Grade die Eigenschaft an, sich im Entwickeln zu schwärzen (siehe I. Bd., Erste Abth., S. 261; ferner dieses Heft, S. 27. Nachdem diese Wirkung des Lichtes einen Höhepunkt erreicht hat, wird sie allmählich wieder zerstört; der Silberverbindung wird mehr oder weniger die Fähigkeit geraubt, sich im Entwickler zu schwärzen. Es trifft sich dann, dass die hellsten Partien im Negativ ganz durchsichtig werden und nicht mehr Deckkraft haben, als tiefe Schatten. Z. B. bei Landschaften erscheint der Himmel im Negativ durchsichtiger als das Laubwerk, was die Folge hat, dass im Positiv ein schwarzer Himmel gegenüber lichten Bäumen erscheint — mit anderen Worten es entwickelt sich (wenigstens theilweise) ein positives Bild statt eines negativen; deshalb nennt man diese Erscheinung auch Umkehrung des Bildes („the reversal of the image") oder — weil sie in der Sonne am raschesten erfolgt — Solarisation.

Die fortgesetzte Lichtwirkung hebt hierbei scheinbar die angefangene auf oder richtiger gesagt: Bei kurzer Lichtwirkung entsteht eine Silberverbindung, welche entwickelungsfähig ist, bei längerer aber geht diese in eine solche über, welche wenig oder nicht entwickelungsfähig ist.

### I. Eigentliche Solarisation.

Die Solarisations-Erscheinungen werden durch folgendes Experiment ersichtlich gemacht. Wird z. B. eine Bromsilbergelatine-Platte in einem Rahmen unter einem Schieber stückweise 1, 2, 3, 4, 5 Secunden dem

zerstreuten Tageslichte ausgesetzt, dann entwickelt und fixirt, so erscheint die Platte in der Durchsicht wie Fig. 20. Das Negativ gewinnt an Dichte bis *C*; bei *D* nimmt die Dichte wieder ab, bei *E* ist die Dichte vielleicht ungefähr wie bei *A*. In Fig. 21 ist durch Verlängerung der Exposition die Solarisation weiter vorgeschritten. Von *B* nach *D* nimmt die Dichte immer mehr ab und bei *E* ist keine Reduction eingetreten, die Dichte ist gleich Null.

Ganz analog lässt sich das Experiment mit nassen Jodsilbercollodion-Platten (Eisenvitriol-Entwickler), sowie Chlorsilber- und Chlorbromsilber-Emulsion mit Entwickelung durchführen.

In ähnlicher Weise stellte H. W. Vogel fest, dass Jodsilber- und Bromsilberpapier (im Silbernitratbad präparirt), sowie Chlorsilberpapier mit saurer Entwickelung (Silbernitrat und angesäuerte Eisenvitriollösung) Solarisations-Erscheinungen zeigen. Es tritt dabei das merkwürdige Phänomen ein, dass das Bromsilberpapier am Lichte schon deutlich ge-

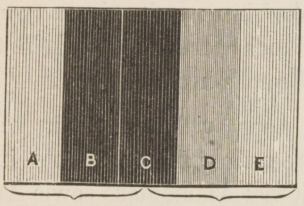



Fig. 20.

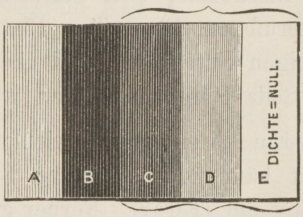



Fig. 21.

Solarisations-Erscheinungen.

schwärzt sein kann und dennoch im Entwickler die wenig oder nicht geschwärzte Partie sich am stärksten färbt [1]).

Die Zeitdauer, nach welcher Solarisation eintritt, variirt mit der Art des photographischen Processes. Frei von Solarisation ist kein Negativprocess, weder die Daguerreotypie, noch das nasse Collodion-Verfahren, noch das trockene Gelatine-Emulsions-Verfahren. Im Allgemeinen kann man sagen: Je unempfindlicher die Platte ist, um so länger muss man belichten, bevor Solarisation eintritt. Je nach der Natur der empfindlichen Platten muss man Bromsilbergelatine-Platten nach des Verfassers Experimenten mindestens 10000 mal länger exponiren, als zur Erzeugung eines gewöhnlichen Negativs nothwendig ist, um eine mehr oder weniger vollständige Solarisation zu erzielen (vergl. Bd. I, Erste Abth., S. 261).

Kogelmann schätzt, dass die Belichtungsdauer, welche das Negativ durch Solarisation zu einem Positiv umkehrt, 18000 mal länger ist, als

1) Phot. Archiv. 1863. S 280.

zur Erzeugung eines normalen Negativs erforderlich ist (Eder's Jahrbuch f. Phot. 1894. S. 378), während nach A. und L. Lumière die 360000fache Belichtungszeit hierzu erforderlich ist (a. a. O. Seite 378).

Verfasser fand, dass eine Bromsilbergelatine-Platte bei verlängerter Exposition für Oxalat-Entwickler schon sehr stark solarisirt ist, bevor sie noch eine Spur der Bräunung zeigt. Hat eine Emulsionsplatte schon zuvor schwaches zerstreutes Licht bekommen, so genügt eine viel kürzere Belichtung, um sie zu solarisiren, als wenn sie intact war. Unter Umständen zeigt eine vorbelichtete Platte schon nach einer 10 Secunden langen Belichtung bei Lampenlicht deutliche Solarisations-Erscheinungen.

Es ist jedoch auch die Art des Entwicklers von Einfluss auf die Solarisations-Erscheinungen. So z. B. können sehr helle Lichter einer mit Eisenoxalat oder starkem ammoniakalischen Pyro-Entwickler hervorgerufenen Bromsilber-Platte stark solarisiren; mit einem weniger kräftigen Entwickler wird aber die Platte noch normal entwickeln (z. B. mit Soda-Pyro-Entwickler, welcher viel Bromkalium enthält).

Ein Eisenoxalat-Entwickler, welchem man viel Hyposulfit zusetzt, kehrt häufig das negative Bild einer Bromsilbergelatine-Platte in ein Positiv um (Eder). Ferner gibt Metol mit viel Ammoniak, sowie Amidol mit Ammoniak sehr leicht solarisationsähnliche Umkehrungen des Bildes (Kogelmann[1]). Besonders günstig auf derartige Umkehrungen negativer Bilder auf Bromsilbergelatine in Positive wirkt der Zusatz von Thiocarbamiden zum Eikonogen-Entwickler, wie Waterhouse genau studirte[2]). Waterhouse arbeitete auf Grund dieser Thatsachen eine Methode aus, um directe Diapositive in der Camera zu erzielen und empfiehlt hierfür:

| | | |
|---|---|---|
| A. | Eikonogen . . . . . | 5 Theile, |
| | Schwefligsaures Natron . . . | 10 „ |
| | Wasser . . . . . | 100 „ |
| B. | Kohlensaures Natron (Krystalle . | 4 „ |
| | Wasser . . . . . | 100 „ |
| C. | Phenylthiocarbamid . . . . . | 1 „ |
| | Wasser . . . . . | 1000 „ |
| | (ev. bis zur Sättigung.) | |

1) Eder's Jahrbuch f. Photogr. 1894. S. 379.
2) Eder's Jahrbuch f. Photogr. 1891. S. 283.

Man nehme gleiche Mengen von A und C und 2 Theile B und setze 100 Theilen des durch Mischung erhaltenen Entwicklers $^1/_2$ bis 1 Theil einer 10procentigen Bromkaliumlösung zu; wenn die Contraste stark sind, kann man auch einige Tropfen Ammoniaklösung zusetzen. Wenn man in Strichmanier ausgeführte Zeichnungen photographirt, kann man die Dunkelheit der Striche und die Reinheit der Zwischenräume erhöhen, indem man die Platte vor der Entwickelung mit verdünnter Salpetersäure von etwa 5 Procent oder mit einer 3 bis 4procentigen Lösung von doppeltchromsaurem Kali behandelt, und im Falle, dass das Bild sehr dunkel ist, kann man hellere Resultate erzielen, indem man die Platte nach der Entwickelung vor dem Fixiren mit einem Bade von 2 bis 3 Procent Bromkupfer behandelt, jedoch ist dies Bad, da es eine sehr stark abschwächende Wirkung hat, mit grosser Vorsicht anzuwenden und man muss deshalb die Platte nur gerade hineinbringen und dann sofort wieder abwaschen. Dasselbe gilt für die oben erwähnten Bäder mit Salpetersäure und doppeltchromsaurem Kali.

Die Resultate in der Umkehrung der Lichtverhältnisse sind nicht immer ganz vollkommene, besonders gilt dies bei starken Contrasten zwischen Licht und Schatten, und es können Linien hartnäckig ohne Umkehrung bleiben infolge ihrer Feinheit oder irgend einer Eigenthümlichkeit der Beleuchtung. Ferner ist dafür Sorge zu tragen, dass der zu photographirende Gegenstand äusserst gleichmässig beleuchtet wird. Dennoch sind im Allgemeinen die Resultate, welche man auf diese Weise mit geeigneten Platten erhalten kann, ziemlich ebenso gute, als die auf gewohnlichem Wege gewonnenen, wobei man durchsichtige Bilder mittels derselben Platten in der Camera nach einem Negative herstellt. Für Ansichten und Aufnahmen im Freien ist das Verfahren noch nicht vollkommen genug infolge der Schwierigkeiten, welche es verursacht, eine vollständige Umkehrung der Lichtabstufungen des Himmels und des Vordergrundes zu gleicher Zeit herbeizuführen.

Dies selbe Verfahren lässt sich auch zum Photographiren von Halbton-Zeichnungen benutzen, dabei hat man jedoch grosse Sorgfalt anzuwenden hinsichtlich der Exposition wie der Vermeidung zu starker Contraste zwischen Licht und Schatten, weil die stark beleuchteten Theile zu lange exponirt werden können und dann die Umkehrung nicht eintreten lassen. Andrerseits muss man auch eine zu kurze Exposition vermeiden, weil dabei die Schatten zu dunkel werden und im Detail nicht deutlich sind.

Allylthiocarbamid oder Thiosinamin bringt gute Umkehrungen hervor, wenn es mit Eikonogen gemischt wird, so dass 1 Theil der ge-

sättigten Lösung auf 100 Theile des Entwicklers kommen, jedoch statt der Phenylthiocarbamidlösung Wasser zugesetzt wird. Es ruft auch mit Hydrochinon- und Pyrogallol-Entwicklern, welche schwefligsaures Natron enthalten, Umkehrung hervor, jedoch ist dieselbe im letztgenannten Falle keine sehr befriedigende. Gute Umkehrungen bei Halbtonbildern sind mit Thiosinamin in einem Eikonogen-Entwickler erzielt, welcher etwa 20 Procent einer 10procentigen Lösung von doppeltchromsaurem Kali enthielt.

Thiocarbamid oder Sulfurea ist ein sehr kräftig wirkendes Beschleunigungsmittel für Gelatine-Trockenplatten und kehrt das Bild um, wenn es in sehr kleinen Mengen dem Eikonogen-Entwickler zugesetzt wird. Jedoch scheint diese Substanz nicht zu handhaben zu sein und liefert keine guten practischen Resultate, wenngleich ihre Wirkung noch nicht völlig aufgeklärt ist.

[Ueber andere ähnliche Erscheinungen s. S. 79 und 80.]

## II. Theorie der Solarisations-Erscheinungen.

Ueber den Verlauf der Solarisations-Erscheinungen unter dem Einflusse des Sonnenspectrums auf verschiedene photographische Platten wurde bereits im I. Bande, Erste Abth., S. 266 dieses Werkes berichtet und dabei der Beobachtungen Abney's Erwähnung gethan, dass „die Umkehrung des Bildes meist herbeigeführt wird durch Oxydation der im Lichte gebildeten niedrigen Bromstufen des Silbers“ [1]).

Abney untersucht aber auch die Solarisations-Erscheinungen, welche im diffusen Tageslichte auftreten, genauer [2]). Er präparirte eine Jodsilberplatte (mittels des nassen Collodion-Verfahrens), belichtete einige Augenblicke mit dem zerstreuten Tageslichte, wusch mit Wasser, übergoss mit Jodkalium-Lösung, exponirte in der Camera und konnte nun mittels saurem Pyro und Silbernitrat-Entwickler ein positives Bild entwickeln (sogen. „Umkehrung des Bildes“, weil ein Positiv statt eines Negativs entsteht).

Jodkalium, Bromkalium, Kaliumbichromat, Kaliumhypermanganat, Wasserstoffhyperoxyd, verdünnte Mineralsäure begünstigen sehr das Entstehen eines „umgekehrten Bildes“ auf vorbelichtetem Jod- oder Bromsilber, sei es nun eine Collodion- oder Gelatineplatte; also bescheunigen oxydirende Substanzen die „Umkehrung des Bildes“.

---

1) Durch Druckfehler steht a. a. O. S. 266, Zeile 20 von unten: „wird nicht herbeigeführt“ durch Oxydation, statt: „wird meist herbeigeführt...“ (Anm. d. Verf.).

2) Phot. News. 1880. S. 435; aus Philos. Magazine.

Dagegen entsteht nach Abney niemals ein umgekehrtes Bild, wenn man Sauerstoff und Feuchtigkeit von der Platte ausschliesst, z. B. wenn man sie in einer Atmosphäre von Wasserstoff, unter salpetrigsaurem oder schwefligsaurem Kali, Benzin etc. exponirt. Ueberzüge von Gallussäure, Tannin etc. im alten Collodion-Trockenverfahren wirkten also der Umkehrung des Bildes entgegen.

Für die photographische Praxis ist der Abney'sche Satz wichtig: Die Umkehrung (Solarisation) wird meistens herbeigeführt durch die Oxydation der in der ersten Phase durch Licht gebildeten niederen Jod- oder Bromstufen des Silbers; diese Oxydationsproducte sind weniger entwickelungsfähig als die letztgenannten.

Im nassen Collodion-Verfahren erweist sich nach Abney das Silbersubjodid im Lichte rascher oxydirbar als das Subbromid; deshalb solarisiren Jodplatten in diesem mehr als Bromplatten. Jodsilber und Silbernitrat (nasses Collodion-Verfahren) bildet im Lichte neben Subjodid Silberjodat (jodsaures Silber) und Salpetersäure, das sind oxydirende Substanzen, welche aus Jodiden Jod frei machen und die Solarisation fördern.

Bei Collodion-Trockenprocessen, in welchen „Präservative" benutzt werden, sind Solarisations-Erscheinungen seltener; sind die Präservative alkalisch, so absorbiren sie Jod und Brom und schützen vor Solarisation. Auf organische Substanzen kann Brom nach Abney in zweierlei Weise wirken: 1. Es entsteht als Nebenproduct Bromwasserstoffsäure, 2. Hydroxyl[1]). Bromwasserstoff greift das entwickelungsfähige Bild stark an; es ist nöthig sie zu beseitigen, z. B. durch Soda, welche man der Schicht einverleibt. Diese Bedingung ist bei den meisten Collodion-Trockenprocessen gegeben, deshalb geben sie nicht häufig Solarisation. Wird Hydroxyl (Wasserstoffhyperoxyd) frei, so zerstört dieses bald das latente Bild. Abney hält für wahrscheinlich, dass bei Gelatineplatten Hydroxyl entsteht und entweder die Gelatine oder das Silbersubbromid oxydirt[2]; Kaliumnitrit wird hier ein Gegenmittel gegen Solarisation sein[3]).

Geht man bei der Exposition der Daguerreotyp-Platten über die richtige Zeit um das Mehrfache hinaus, so wird das Weiss des Hemdes (beim Entwickeln) blaugrau, dunkelblaugrau, endlich schwarzblau und das Schwarz des Kleides wird dabei in Dunkelgrau, Lichtgrau, endlich in Weiss übergehen[4]).

---

1) $C_n H_m O_p + 2\,Br = C_n H_{m-1} O_p Br + HBr$

Organische Substanz + Brom = Organisches Bromid + Bromwasserstoff.

Oder: $C_n H_y O_z HO + Br = C_n H_y O_z Br + HO$

Organische Substanz + Brom = Organisches Bromid + Hydroxyl.

2) Abney bemerkte, dass eine Bromsilbergelatine-Platte welche am Sonnenlichte geschwärzt wurde, an den geschwärzten Stellen schwerer in Wasser löslich wurde; er schloss daraus, dass eine Oxydation der Gelatine vor sich gegangen ist.

3) Nach Abney's „Instructions in Photography". 1882. S. 20.

4) Horn's Phot. Journal. 1854. Bd. 1, S. 4.

Moser erklärte die Solarisations-Erscheinungen als rein physikalische Erscheinung, weil er dasselbe bei seinen Hauchbildern (s. Bd. I, Erste Abth., S. 182) beobachtete [1]).

### III. Mehrfache Wiederholung der Solarisations-Erscheinungen bei verlängerter Belichtung.

Bis jetzt war nur von einer einfachen Solarisation oder Umkehrung des Bildes die Rede. Dieselbe kann aber auch mehrmals hintereinander auftreten.

Moser beschrieb schon 1842 und 1843 diese Solarisations-Phänomene ganz genau. Er beobachtete damals, dass dieselben sich in einer gewissen Reihenfolge wiederholen können und that der verschiedenen Phasen der Solarisation bei Daguerreotyp-Platten in folgender Weise Erwähnung [2]). „In der Camera obscura empfängt das Jodsilber zuerst das längst bekannte negative Bild (normales Daguerreotyp); bei fortgesetzter Wirkung des Lichtes geht das Bild in ein positives über. Allein auch hiermit hat die Wirkung des Lichtes ihr Ende nicht erreicht. Ich habe es wahrscheinlich gemacht, dass es Bilder noch höherer Ordnung geben müsse und in neuerer Zeit habe ich in der That schon einige Male das dritte Bild erhalten, welches negativ ist, und hoffe auch das vierte zu sehen, welches dann wiederum positiv sein wird."

Janssen [3]) beobachtete 1880 bei der Anwendung des directen Sonnenlichtes auf Bromsilbergelatine- oder Tannin-Trockenplatten (gelegentlich der Photographie der Sonne) bei fortwährend verlängerter Exposition folgenden Verlauf der Solarisations-Erscheinungen:

1. Das gewöhnliche negative Bild.
2. Nach längerer Belichtung einen ersten neutralen Zustand; die Platte wird gleichmässig dunkel bei der Einwirkung des Entwicklers.
3. Ein positives Bild, das dem ersten neutralen Zustande folgt.
4. Einen zweiten neutralen Zustand, der dem ersten entgegengesetzt ist und wo die Platte unter dem Einflusse des Entwicklers gleichmässig hell wird.

---

1) Wird eine Medaille erwärmt und auf eine metallische polirte Silberplatte gelegt, so kann man durch Hauch oder Quecksilberdampf das Bild sichtbar machen, selbst wenn das Experiment im Dunkeln vorgenommen wurde. Wird die Medaille sehr lange auf der Silberplatte gelassen, so wird der Hauch oder Quecksilberdampf das umgekehrte Bild geben (also wird gleichfals das Bild „solarisirt").

2) Poggendorff's Annalen. 1843. Bd. 58, S. 107.

3) Comptes rendus. Juni 1880. Bd. 90, S. 1447 und Bd. 91, S. 199. Moniteur de la Phot. 1880. S 114. Beibl. zu den Annal. d. Physik und Chemie. 1880. S. 615.

5. Ein zweites negatives Bild (Negativ zweiter Ordnung), das dem gewöhnlichen negativen Bilde ähnlich ist, aber sich von demselben unterscheidet durch die Zwischenzustände, durch die es von demselben getrennt ist und die enorme Differenz der Lichtintensität, die nothwendig ist, um dasselbe zu erhalten.

6. Ein dritter neutraler Zustand, wo das negative Bild zweiter Ordnung verschwindet und durch eine gleichmässig dunkle Färbung ersetzt ist.

Die Intensität des Lichtes, welche erforderlich ist, um das zweite negative Bild zu erhalten, ist 100000 mal so gross, wie die, welche das gewöhnliche negative Bild gibt.

Diese verschiedenen Phasen der Solarisation nach Janssen sind nur im intensivsten Sonnenlichte (unter Anwendung von Refractoren) zu erhalten. A. und L. Lumière konnten den „zweiten neutralen Zustand" nach Janssen nicht erhalten, selbst nicht, als sie die Expositionszeit 10480000000 mal länger als bei der ersten Phase (gewöhnliches Negativ) genommen hatten (Eder's Jahrb. f. Phot. f. 1894. S. 378).

## IV. Anwendung der Solarisations-Erscheinungen zur Herstellung directer Positive in der Camera.

Wenn man versucht, durch reichliche Ueberexposition einer Bromsilbergelatine-Platte in der Camera das Negativ (durch Solarisation) in ein Positiv umzukehren, so gelingt dies in der Regel nicht, weil meistens Zwittergebilde vom Solarisationsdiapositive (in den Lichtern) und dem ursprünglichen Negative (in den Schatten) entstehen. Dies ist besonders der Fall, wenn man gewöhnliche Entwickler verwendet. Zusätze von Thiocarbamid etc. (s. S. 74) befördern die Entwickelung der Solarisation, allein auch in diesem Falle ist es schwierig eine practische Methode zur Herstellung directer Positive in der Camera damit zur Durchführung zu bringen.

Weitaus besser verläuft der Process, wenn man eine Bromsilbergelatine-Platte mit 3 bis 4procentiger Kaliumbichromat-Lösung badet, trocknet, unter einer Matrize dem Lichte exponirt, bis ein deutliches braunes Bild erschienen ist, wonach man wäscht und mit Eisenoxalat entwickelt. Hierbei entsteht ein umgekehrtes Duplicat, welches vollkommene Umkehrungs-Erscheinungen zeigt. Man hielt diesen Process, welcher zur Herstellung verkehrter Duplicatnegative practisch in Verwendung steht, anfangs für eine reine Solarisations-Erscheinung (Bolas), jedoch ist dies nicht der Fall, sondern das Chromat wird mit Gelatine an den belichteten Stellen mehr oder weniger unlöslich und stösst den Entwickler ab, während die weniger belichteten Stellen hinlänglich ge-

nügend Licht bekommen haben, dass dort das Bromsilber durch Entwickler geschwärzt wird, während diese schwache Lichtwirkung ein Unlöslichwerden der Gelatine noch lange nicht herbeigeführt hat (Eder). [Die Details dieses Processes, sowie des Obernetter'schen s. Bd. III dieses Werkes: „Photographie mit Bromsilbergelatine".]

## V. Umkehrungen des Bildes, welche der Solarisation ähnlich sind.

Es sind zahlreiche Fälle bekannt, dass unter gewissen Umständen eine spätere Lichtwirkung die vorhergegangene aufheben kann.

Lassaigne scheint der erste gewesen zu sein, welcher 1839 beobachtete, dass Chlorsilberpapier, welches vom Lichte geschwärzt wurde, im Lichte wieder entfärbt wird, wenn man es mit Jodkalium-Lösung überstreicht[1]). Fyfe[2]) bestrich ein am Lichte geschwärztes Silberphosphat- oder Chlorsilberpapier mit Jodkalium-Lösung (1:30), worauf es sich im Lichte bleichte und unter einem Kupferstich somit ein positives Bild gab, welches durch Waschen mit Wasser fixirt wurde (Hyposulfit ist besser). Ungefähr zur selben Zeit studirte Hunt dieselbe Erscheinung und zwar genauer als die Genannten[3]). John Herschel präparirte Papier mit Bleiacetat, Jodkalium und Silbernitrat, liess es an

1) Compt. rend. Bd. 8, S. 547. Martin's Repertorium der Photographie. 1846. I, S. 63.

2) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 74, S. 64. Edinb. new. philos. Journ. 1839. S. 144. Martin's Repertorium der Photographie. 1846. I, S. 17.

3) Hunt tränkte Papier mit einer Chlorid-Lösung, trocknete es, bestrich es dann mit einer Silberlösung (12 Th. Silbernitrat, 72 Th. Wasser und 24 Th. Alkohol) mittels einer Sammetbürste, und setzte es sofort dem Sonnenlichte aus; das Auftragen der Silbersolution in der Sonne erfolgt so oft, bis ein schönes Chokoladebraun gleichmässig die ganze Fläche überzieht. Hierauf wird die Lösung eines Jodsalzes mit einer zarten flachen Bürste auf beiden Seiten aufgetragen und in einem Copirrahmen unter einer Zeichnung den Sonnenstrahlen ausgesetzt. Die Concentration der Jodsalzlösung übt einen grossen Einfluss auf das Bleichen in der Sonne (z. B. braucht eine Jodkalium-Lösung 1:4 zum Bleichen in der Sonne 12 Minuten, eine Lösung 1:16 aber nur 4 Minuten, dagegen eine Lösung 1:48 wieder 12 Minuten): Jodammonium wirkt rascher als Jodkalium, besonders gut aber Jodbarium, am raschesten eine filtrirte Lösung von 40 Th. Jodbarium gelöst in 480 Th. Wasser mit 5 Th. Eisenvitriol und 1—2 Tropfen verdünnter Schwefelsäure versetzt. Waschen mit Wasser fixirt das Bild auf lange Zeit. Merkwürdiger Weise dunkeln solche Photographien aber in der Sonne nach, indem die dunklen Stellen noch schwärzer werden, während die hellen anfangs nicht verändert werden (Talbot, Hunt); im Dunkeln wird die gelbe Farbe wieder hergestellt (Hunt's Researches on Light. 1844. S. 74 und 81. Hunt's Photography. 1851. S. 56. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 78, S. 359 und 424. Martin's Repertorium der Photographie. 1846. I, S. 25).

der Sonne schwärzen, überzog es mit Jodkalium-Lösung, worauf die Sonne das Papier bleichte[1]). Dieselbe Beobachtung machte Verignon mit geschwärztem Chlor-Bromsilberpapier[2]) und Grove[3]) mit geschwärztem Talbot'schen Calotyp-Papier[4]); Grove säuerte die Jodkalium-Lösung (1:20) mit etwas Salpetersäure an, was auch Abney empfahl[5]), welcher letztere auch denselben Effect mit Bromkalium, starker Zinkjodid- oder sehr verdünnter Eisenjodid-Lösung erzielte.

Die Bleichung des geschwärzten, dann mit Jodkalium-Lösung bestrichenen Chlorsilberpapieres erfolgt nach Hunt[6]) nur unter violetten Gläsern; unter grünen Gläsern schreitet die Schwärzung an jenen Stellen, welche mit den Weissen des Kupferstiches correspondiren, noch weiter vor; unter rothen Gläsern bleibt die Schwärzung unter den Weissen unverändert, jedoch hellen sich die Stellen unter den schwarzen Strichen auf, was einer blossen Wärmewirkung zuzuschreiben ist, weil ein frisches Eisen denselben Effect macht.

Der Grund des Bleichens geschwärzter Chlor-, Brom- oder Jodsilberschichten bei Gegenwart von Jodkalium unter dem Einflusse des Sonnenlichtes ist der folgende: Licht scheidet aus Jodkalium, besonders bei Gegenwart von Sauerstoff und Säuren, Jod aus (s. Theil I, S. 167 und S. 368), verbindet sich mit dem geschwärzten Silbersalz (Silbersubchlorid etc.) und bildet hellgelbes Jodsilber ($Ag_2Cl + J = AgCl + AgJ$).

Obwohl diese Verfahren keinerlei Entwickelung beanspruchen, so gehören sie doch hierher, weil ganz analoge Negativ-Verfahren existiren, welche sich durch diese Vorgänge erklären lassen.

Exponirt man nämlich eine empfindliche Jodsilberschicht (nasses Verfahren) einige Secunden dem Lichte, wäscht ab und übergiesst es mit Jodkalium-Lösung und exponirt dann, so zerstört das Licht nunmehr den ersten entwickelungsfähigen Eindruck und der Entwickler bringt ein positives Bild statt dem normalen negativen hervor.

Poitevin theilte der französischen Gesellschaft der Photographie im October 1859 dieses Verfahren mit[7]). Nach Poitevin soll nicht nur Jodkalium die Eigenschaft haben, unter dem weiteren Einflusse des

1) Philosoph. Transactions for 1840. Article 48. Phot. News. 1880. S. 435.

2) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 76, S. 37. Martin's Repertorium der Photographie. 1846. I, S. 74.

3) Technologist. 1845. S. 164. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 95, S. 141. Martin's Repertorium der Photographie. 1846. S. 17.

4) D. i. Jodsileerpapier mit Gallussäure.

5) Phot. News. 1880. S. 435.

6) Ebendaselbst.

7) Bull. Soc. franç. Phot. 1859. S. 314. Poitevin's Traité des impressions. 1883. S. 114. Poitevin wusch die im Silberbad sensibilisirte Jod-Collodionalbumin-

Lichtes den ersten Lichteindruck auf Jodsilber zu zerstören, sondern auch andere Salze, wie Cyankalium und Cyankalium gesättigt mit Jodsilber (starke Wirkung); Bromkalium, Jod- und Bromkalium gesättigt mit Jodsilber, Kaliumbichromat, Kaliumbichromat mit etwas Schwefelsäure, Salzsäure (schwächere Wirkung); dagegen fand er neutrales Kaliumchromat und verdünnte Schwefelsäure ohne Wirkung.

Sabatier beobachtete, dass ein negatives Bild auf einer nassen Collodionplatte sich in ein Positiv verwandelt, wenn während der Entwickelung[1]) des Negatives plötzlich das Tageslicht darauffällt. Das Negativ hört sofort auf, sich weiter zu entwickeln, es kehrt sich um und nach kaum einer Minute geht es in ein vollständiges Positiv über[2]). De la Blanchère, sowie Rutherford und Seely machten dieselbe Beobachtung.

Seely gab dafür zuerst in der Sitzung der amerikanischen Gesellschaft vom 9. Januar 1850 eine sehr treffende Erklärung, welche das ganze Phänomen verständlich macht. Der Beginn der Entwickelung ist oberflächlich und nur dort, wo das Licht einen Eindruck hinterlassen hat. Ueber die belichteten Theile legt sich ein Häutchen von metallischem Silber, welches halb undurchsichtig ist, so dass, wenn die Platte dem zerstreuten Lichte ausgesetzt wird, das bereits abgelagerte Silber als Schutz dient, während an anderen Theilen die Schicht frei liegt, um den neuen Eindruck des Lichtes aufzunehmen. Da der Eindruck kräftiger ist, als der erste, so findet die Entwickelung daselbst statt, d. h. in den Schatten[3]).

H. W. Vogel gibt eine ähnliche Erklärung[4]), er sagt, dass das ins Dunkelzimmer dringende Licht die noch unbedeckten Jodsilbertheile sofort sehr kräftig afficirt, während die mit Silberniederschlag bereits

---

oder Gelatine-Platte mit Wasser, setzte dann durch einige Secunden dem diffusen Tageslichte aus, übergoss dann im Finstern mit einer wässerigen Lösung von Jodkalium (1:25; selbe darf kein freies Jod enthalten). Diese Platte exponirte er nun in der Camera etwa dreimal so lange als zur Erzielung eines gewöhnlichen Negativs nöthig gewesen wäre. Hierauf wusch er mit destillirtem Wasser das Jodkalium weg, tauchte in ein Silbernitrat-Bad (1:40) und entwickelte dann mit dem gewöhnlichen freien Eisenvitriol- oder Pyro-Entwickler. Poitevin legte solche directe Positive 1860 der französchen Gesellschaft vor (Bull. Soc. franç. 1860. S. 32. Poitevin's Traité des impressions. 1882. S. 114).

1) Richtiger: „nach fast beendigter Entwickelung".

2) Bull. de la Soc. franç. Phot. 1862. Horn's Phot. Journ. Bd. 18, S. 50; Bd. 19, S. 37.

3) Seely, Amer. Journ. 1860. Bd. 2, S. 252. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1851. Bd. 3, S. 49.

4) Phot. Mitth. 1870. Bd. 7, S. 124.

bedeckten durch diesen geschützt, nicht angegriffen werden. Das Resultat ist, dass sofort in den Schatten eine äusserst energische Entwickelung beginnt, die natürlich eine Umkehrung des Bildes bewirken wird, falls das in die Dunkelkammer gefallene Licht nur hinreichend intensiv und die vorhergegangene Entwickelung nicht sehr kräftig war.

Wird Jodsilber (Collodionplatte) unter einer sehr verdünnten Fixirnatron-Lösung in der Camera belichtet und mit saurer Eisen- und Silber-Entwickelung hervorgerufen, so entsteht kein Negativ, sondern ein Positiv. Aehnlich wie die verdünnte Fixirnatron-Lösung wirkte eine ältere Lösung von essigsaurem Natron (H. W. Vogel).

Wenn man ein Collodion-Negativ (nasses Bad-Verfahren, freie Entwickelung) auf gewöhnliche Weise entwickelt, dann wäscht, mit einem alkalisch reagirenden Silberbade bedeckt und dann neuerdings entwickelt, so bildet sich ein positives Bild (in Durch- und Aufsicht). Es bildet sich alsdann ein Niederschlag, der sich an die nicht belichteten Stellen des Bildes legt und so ein positives Bild erzeugt[1]).

1) Barreswil und Davanne, Chimie photogr. S. 150. H. W. Vogel, Monatsblätter. 1862. I, S. 232; dieses Verfahren liefert nur theilweise positiv erscheinende Bilder.

## SECHSTES CAPITEL.

# DAS ZURÜCKGEHEN DES LATENTEN BILDES.

Verstreicht zwischen der Exposition und der Entwickelung einer photographischen Platte eine lange Zeit, so verschwindet in den meisten Fällen der Lichteindruck allmählich wieder und das Bild wird viel schwächer und unvollkommener als es geworden wäre, wenn man es unmittelbar nach der Exposition entwickelt hätte.

Bei Bromsilbergelatine-Trockenplatten ist durch zahlreiche Experimente nachgewiesen, dass eine belichtete Platte mehrere Jahre lang das latente Lichtbild festzuhalten vermag und dann bei der Hervorrufung ein ebenso vollkommenes Negativ gibt, als man es durch die Entwickelung unmittelbar nach der Exposition erhalten hätte. Allerdings verhalten sich nicht alle Bromsilbergelatine-Platten gleich. Manche Sorten erleiden schon nach mehreren Monaten eine derartige Veränderung, dass sich das Bild nur mehr flau und schleierig entwickeln lässt. In diesen Fällen ist meistens die Qualität der Emulsion, mitunter auch schlechte Verpackung die Ursache, dass die Platten rasch „schleierig" werden; in diesem Falle bringt ein normaler Entwickler eher einen starken Schleier zum Vorschein, bevor das Lichtbild erscheint; Zusatz von viel Bromsalz hält den Schleier zurück, aber auch das Erscheinen des Bildes und somit kann man ein richtig exponirtes Bild nicht mehr mittels solcher alter Platten erhalten. Das scheinbare Zurückgehen des Lichtbildes bei Bromsilbergelatine-Platten ist in der Regel, vielleicht immer, auf Selbstzersetzung der Bromsilbergelatine durch „Schleierbildung" zurückzuführen. Gute, klar arbeitende und an und für sich haltbare Plattensorten halten auch das latente Lichtbild sehr vollkommen fest, jedoch wird man stets gut thun, reichlich zu belichten, damit man (nach mehreren Monaten) mit einem bromkaliumhaltigen, langsam arbeitenden Entwickler hervorrufen und etwa dennoch eintretende allgemeine Schleier zurückhalten kann. Das latente Lichtbild, welches bei allen diesen Emulsionsplatten mittels chemischer Entwickelung hervorgerufen wird, besitzt also einen hohen Grad von Beständigkeit.

Mit dem Verschwinden des Lichteindruckes bei verschiedenartig präparirten Jodsilberplatten mit physikalischer Entwickelung hat sich Reissig[1]), Carey Lea[2]) und H. W. Vogel[3]) beschäftigt. Wird reines Jodsilber (auf einem versilberten Glasspiegel durch Baden in einer Lösung von Jod in Jodkalium dargestellt), welches kein überschüssiges Silbernitrat enthält, sehr bald (in trockenem Zustande) belichtet, dann 36 Stunden lang ins Dunkle gelegt, so verliert sie den latenten Lichteindruck (Carey Lea, Reissig), wogegen das mit überschüssigem Silbernitrat hergestellte Jodsilber (auf Collodion), unter einer Silbernitrat-Lösung oder nach dem Abwaschen mit Wasser in feuchtem Zustande aufbewahrt, nach Reissig seinen Lichteindruck „unbegrenzt lange Zeit" behält; allerdings bestreitet Carey Lea die letztere Angabe[4]). Reissig dagegen hält daran fest, dass reines Jodsilber im Lichte nur physikalisch verändert werde und das latente Lichtbild bald verliert, dass dagegen Jodsilber mit Silbernitrat chemisch verändert werde und nach wochenlangem Liegen die Entwickelung des Bildes mit Eisenvitriol und Silbernitrat erlaubt. Daguerreotyp-Platten gehen nach Draper, beim Aufbewahren im Finstern, bald zurück[5]).

Daraus geht hervor, dass die Präparation der lichtempfindlichen Schicht auf das „Zurückgehen des Bildes" grossen Einfluss nimmt.

Ein ähnliches Verhalten ist auch bei den Trockenplatten constatirt. Die ersten genauen Versuche in dieser Richtung wurden durch Carey Lea veranlasst. Jodbrom-Bad-Trockenplatten auf Collodion (also mit überschüssigem Silbernitrat präparirt), welche nach Russel's Verfahren mit Tannin präservirt waren, hielten den Lichteindruck durch einen Monat ganz gut; zwei Monate nach der Exposition entwickelte sich das Bild nicht so gut. Mit jedem weiteren Monate wurde ein schlechteres Resultat erhalten, die Platten entwickelten sich immer langsamer und wurden immer mehr verschleiert. Nach sechs Monaten wurde nur ein ganz mattes Bild erhalten, nach acht Monaten erschien nichts mehr als die Spur eines Bildes[6]).

1) Phot. Corresp. 1866. S. 124; 1867. IV, S. 53.

2) Phot. Corresp. 1866. S. 129 u. 1867. S. 53. Philadelphia Photographer. April. 1866.

3) Phot. Corresp. 1867. IV, S. 53; s. auch Phot. Archiv. 1866. VII, S. 157 und 313. Brit. Journ. of Phot. 1866. XIII, S. 160.

4) Carey Lea badete eine Jodbrom-Collodionplatte im Silberbade (nasses Verfahren), exponirte sie einige Stunden dem zerstreuten Tageslichte, wusch mit Wasser, liess über Nacht stehen und exponirte dann unter einem Negative einige Secunden dem Tageslichte; Eisenvitriol und Silbernitrat brachte dann ein klares Bild zum Vorscheine.

5) Testelin, Essai de théorie sur la formation des images phot. 1860. S. 15.

6) Phot. Archiv. 1867. VIII, S. 139.

Auch Vidal stellte über das Zurückgehen des Bildes auf Tanninplatten Versuche an [1]) und fand, dass schon 18 Tage nach der Belichtung das Bild nur mehr höchst unvollkommen und schwach entwickelt werden konnte. Er empfahl Tanninplatten, die man erst 17 bis 20 Tage nach der Exposition entwickeln kann, wenigstens 7 bis 10mal länger zu belichten als solche, die man am nächsten Tage entwickelt. Diese Angabe bestätigte dem Verfasser Herr Burger, Hofphotograph in Wien, durch eine gütige Privatmittheilung auf Grundlage seiner Erfahrungen bei einer Expedition in die arktischen Regionen.

Trockene Jodbromsilber-Collodionplatten, im Silberbade sensibilisirt und nach England's Verfahren mit Albumin (richtiger gesagt: Silberalbuminat) präservirt, halten den Lichteindruck lange fest; sieben Wochen nach der Belichtung entwickelt, hatten sie nicht im geringsten gelitten [2]).

Gummi-Gallus-Trockenplatten (Jodbromplatten auf Collodion mittels Silberbad hergestellt) wurden ein halbes Jahr nach der Belichtung mit Erfolg entwickelt [3]).

Bromsilber-Collodion-Emulsion mit überschüssigem Silbernitrat präparirt und mit Lackmus präservirt, verliert nach Carey Lea [4]) bald den Lichteindruck, wenn sie nicht kurze Zeit nach dem Belichten entwickelt wird. Werden derlei Platten mit einer gummihaltigen Cochenille-Lösung überzogen, so geht das Bild nicht so bald zurück.

Eine Bromsilber-Collodion-Emulsion mit überschüssigem Silbernitrat nach Warnerke [5]) verlor den Lichteindruck bei einigen von ihm gemeinschaftlich mit Jennings gemachten Aufnahmen so rasch, dass 14 Tage nach der Exposition das latente Bild fast ganz verschwunden war und beim Entwickeln bloss mehr der Himmel erschien. Eine ähnliche Beobachtung machte Abney [6]) an einer auf dieselbe Weise präparirten Collodion-Emulsion, welche sogar schon nach acht Tagen jede Bildspur verloren hatte. Aehnliches beobachtete Seligmann [7]).

Die Erscheinung des Zurückgehens des latenten Bildes kommt demnach nicht bei allen Arten von Brom- oder Jodbromsilber in gleichem Masse vor; diese Erscheinung verläuft vielmehr je nach den Nebenumständen in verschiedener Weise [8]).

1) Phot. Archiv. 1867. VIII, S. 172.
2) Phot. Archiv. 1867. VII, S. 151.
3) Phot. Archiv. 1873. XIV, S. 104.
4) Phot. Archiv. 1871. XII, S. 8.
5) Phot. Mitth. 1878. XV, S. 310.
6) Phot. Mitth. 1879. XV, S. 305.
7) Phot. Mitth. 1879. XV, S. 187.
8) Ganz vereinzelt und mehr als zweifelhaft ist die Angabe Blow's, dass sich die Wirkung des Lichtes auf Bromsilbergelatine-Platten fortsetzen soll, d. h. das Bild

Als Ursache der Erscheinung kann:

1. Eine Oxydation angesehen werden. In der That zerstört Ozon das latente Lichtbild, wie Reynolds zuerst fand, und demzufolge die Vermuthung aussprach, dass möglicherweise die Veränderlichkeit belichteter trockener sensibler Platten von der Einwirkung des Ozons abhänge [1]). Abney [2]) sprach später dieselbe Ansicht aus, wie schon erwähnt ist. In der That kann wohl in vielen Fällen das Zurückgehen des latenten Bildes auf diese Ursache zurückgeführt werden, aber keineswegs in allen Fällen, da ja sonst die Tanninplatten, bei welchen das Jodbromsilber unter einer Sauerstoff absorbirenden Schicht liegt, nicht rascher den Lichteindruck verlieren würden, als analog dargestellte Albuminplatten, bei welchen das Albumin kaum einen Schutz gegen Oxydation bietet. Auch liesse sich die grosse Haltbarkeit der belichteten Gelatineplatten dadurch kaum erklären.

2. Die Einwirkung von salpetriger Säure zerstört ebenfalls das latente Lichtbild. Abney beobachtete einen Fall, bei welchem eine Bromsilber-Collodionschicht in Selbstzersetzung begriffen war, und das Pyroxylin in derselben allmählich salpetrige Säure entwickelte, welche naturgemäss das latente Bild zerstörte. Solche Fälle mögen aber vereinzelt sein [3]). Denn Verfasser bewahrte collodionirte Platten wochenlang neben Jodkalium-Kleisterpapier auf, ohne eine Spur von freigewordener salpetriger Säure nachweisen zu können. Durch Verwendung eines alkalischen Präservativs muss sich dieser Fehler übrigens ganz beheben lassen.

3. Das mit überschüssigem Silbernitrat präparirte Jod- oder Bromsilber zersetzt sich im Lichte, nach dem gegenwärtig kaum mehr angefochtenen Schema:

$$12\,AgJ + 6\,AgNO_3 + 3\,H_2O = 6\,Ag_2J + 5\,AgJ + AgJO_3 + 6\,HNO_3.$$

beim längeren Aufbewahren zwischen Belichtung und Entwickelung kräftiger wird (Bull. Soc. franç. 1880. XXVI, 62). Wie ich hier gelegentlich bemerken will, ist die Angabe von Laoureux, dass eine exponirte Gelatineplatte auf eine andere nicht exponirte in einem Abstande von $^1/_2$ mm gelegt, auf die letztere den Lichteindruck übertragen soll, so dass beim Entwickeln beide Platten ein Bild von fast gleicher Intensität geben (Phot. Wochenbl. 1880. VI, S. 207), irrthümlich. Hauptmann Pizzighelli beobachtete weder in diesem Falle, noch bei unmittelbarer Berührung beider Platten eine Spur von der Uebertragung des latenten Lichtbildes. Eine ähnliche Angabe wie Laoureux machte übrigens auch Testelin: nämlich Uebertragung des latenten Lichtbildes bei aneinander gepresstem Negativ-Jodsilberpapier (Essai 1860. S. 79). Höchstwahrscheinlich liegt hier nur eine Phosphorescenz-Erscheinung vor.

1) Mondes (2) XVI, S. 477. Fostschritte der Physik. 1868. S. 363.

2) Brit. Journ. of Phot. 1877. XXIV, S. 617.

3) Wenn man zur Collodion-Emulsion viel Salpetersäure als schleierwidriges Mittel setzt, kann die Selbstzersetzung des Pyroxylins sehr befördert werden.

Es entsteht also neben Silberjodür (Bromür), frisches Jodsilber, jodsaures Silber und freie Salpetersäure (Vogel).

Die frei werdende Salpetersäure wirkt in genügender Verdünnung auf das Silberjodür nicht merklich ein, denn sonst würden feuchte Jodsilberplatten oder solche, welche im Silberbade liegen, nicht so lange das latente Bild festhalten.

Die Thatsache, dass trockene mit Silbernitratüberschuss präparirte Bromsilber-Emulsionen das latente Bild wieder verlieren, weist aber darauf hin, dass die ausser Zweifel stehende Reaction:

$$4\,Ag_2\,Br + 6\,HNO_3 = 4\,Ag\,Br + 4\,Ag\,NO_3 + N_2\,O_3 + 3\,H_2\,O$$

auf der Platte allmählich vor sich geht, das heisst, dass die Salpetersäure allmählich wieder das latente Lichtbild zerstört, wobei salpetrige Säure frei wird, welche ebenfalls zur Vernichtung des Lichtbildes beiträgt.

Wahrscheinlich gehen aus diesem Grunde die mit Silbernitratüberschuss präparirten Tanninplatten stark zurück, denn die frei werdende Salpetersäure wird durch Tannin nicht gebunden.

Dagegen kann bei Albuminplatten keine Salpetersäure frei werden, woraus Verfasser die grössere Haltbarkeit der belichteten Albumin-Trockenplatten beim langen Aufbewahren nach dem Exponiren erklärt.

In der That bildet sich ja das latente Lichtbild bei Gegenwart von verschiedenen Sensibilisatoren nach anders verlaufenden Processen und treten andere Nebenproducte auf. Es ist das Verdienst H. W. Vogel's, darauf hingewiesen zu haben, dass das Jodsilber unter Silbernitrat ein ganz anders sich verhaltendes latentes Lichtbild gibt, als das unter gelbem Blutlaugensalz oder schwefligsaurem Natron befindliche. In beiden letzteren Fällen bildet sich keine freie Salpetersäure und kein jodsaures Silber; merkwürdigerweise verliert ferner auch das unter Blutlaugensalz belichtete Jodsilber selbst nach langer Zeit das latente Lichtbild nicht [1]).

Noch rascher müssen Collodion-Emulsionen das latente Lichtbild verlieren, wenn ihnen neben Silbernitratüberschuss noch eine starke Dosis Salpetersäure oder Königswasser zugesetzt worden war, was sehr häufig geschieht, um Verschleierung zu vermeiden.

Die Fähigkeit der Gelatine-Emulsionen, das latente Lichtbild durch sehr lange Zeit ungeschwächt festzuhalten, erklärt Verfasser hauptsächlich dadurch, dass sie ohne freies Silbernitrat dargestellt sind, und dass das beim Belichten abgespaltene Brom sich mit der als Sensibilisator wirkenden Gelatine verbindet, ohne dabei eine zerstörende oxydirende Säure (wie Salpetersäure) frei zu machen. Dass manche Plattensorten

1) Phot. Mitth. 1871. VII, S. 172.

das latente Bild früher verlieren, dürfte nach Brown[1]) und Barker[2]) dadurch zu erklären sein, dass viel freies Bromammonium zugegen war, während ein geringer Zusatz von Bromammonium (oder besser neutralem Bromkalium) nach den Erfahrungen des Verfassers keinen schädlichen Einfluss ausüben.

4. Das Zurückgehen des Bildes kann auch noch möglicherweise dadurch erfolgen, dass das im Lichte abgespaltene Jod oder Brom sich mit dem Sensibilisator zu einer unbeständigen Verbindung vereinigt und dass beim langen Aufbewahren das Silberjodür allmählich das unter dem Einflusse des Lichtes abgespaltene Jod oder Brom wieder aufnimmt, wobei auch der Sauerstoff der Luft eine Rolle spielen mag.

Dieser Process ist bei Jod- oder Bromsilber, welches mit überschüssigem Silbernitrat präparirt ist, gar nicht denkbar. Wohl aber bei dem mit unterschwefligsaurem Natron oder salpetrigsaurem Kali belichteten Jod- oder Bromsilber, wobei sich wahrscheinlich nach folgender Gleichung

$$12\,AgJ + 3\,Na_2SO_3 + 3\,H_2O = 6\,Ag_2J + 6\,HJ + 3\,Na_2SO_4$$

Jodwasserstoff bildet, welche Säure thatsächlich das latente Lichtbild allmählich zerstört. Tritt der Sauerstoff der Luft hinzu, so wird nicht nur aus dem Jodwasserstoff, sondern auch aus Alkalijodiden freies Jod abgeschieden und dann muss das latente Lichtbild völlig verschwinden.

Bromide sind in diesem Processe in viel geringerem Grade ausgesetzt. Bromwasserstoffsäure zerstört das latente Lichtbild viel langsamer als Jodwasserstoffsäure. Sollte auch in der Gelatineschicht beim Belichten Bromwasserstoffsäure entstehen, so wird diese höchstwahrscheinlich gebunden, da ja in jedem Leime Kalksalze schwacher organischer Säuren enthalten sind. In der Form eines Bromsalzes ist aber das abgespaltene Brom dem latenten Lichtbilde auch nach andauernder Einwirkung nicht oder wenig schädlich.

5. Endlich mögen im Allgemeinen die Einflüsse der Atmosphäre die gänzliche oder partielle Zerstörung des latenten Bildes veranlassen. Es wurde schon sub 1. erwähnt, dass in erster Linie Oxydations-Erscheinungen, bedingt durch den Sauerstoff der Atmosphäre, in Betracht kommen. Aber auch Schwefelwasserstoff und Kohlenwasserstoff (z. B. Leuchtgas) vernichten das latente Lichtbild oder verursachen die partielle Reduction der Silbersalze, wodurch überdies noch dichte Schleier verursacht werden, welche den Versuch ein Bild zu entwickeln scheitern machen.

1) Phot. News. 1882. S. 791.

2) Ebendaselbst.

## SIEBENTES CAPITEL.

# IRRADIATION UND SEITLICHE EXTENSION DES LICHTBILDES.

Bei allen reichlich belichteten Photographien leuchtender oder hell beleuchteter Gegenstände auf dunklem Grunde zeigen sich die Bilder der hellen Gegenstände durch einen nebeligen Lichtsaum (Lichthof) vergrössert. Diese Erscheinung bezeichnet man mit dem Namen Irradiation (photographische oder optische Irradiation oder Lichthöfe), Halation, englisch: Blurring oder Nubation, französisch: Aureoles.

Diese Erscheinung ist von Landschaftsphotographen, Astronomen [1]) u. A. sehr gefürchtet, weil diese häufig hell erleuchtete Objecte vor sich haben; Porträtphotographen klagen selten darüber.

Es sind diese Lichthöfe allbekannt, welche selbst auf bestgelungenen Aufnahmen bald in Form leuchtender Heiligenscheine auf dunklem Grunde um Lichtquellen oder sehr stark beleuchtete Gegenstände sich zeigen, so z. B. bei Fenstern in einem schwach erleuchteten Raume, in Kirchen u. s. w., bald wie ein Nebelschleier auftreten, der Blattwerk und Umrisse, welche sich vom Himmel abheben, geradezu anzunagen scheint. Cornu sagt ganz treffend, dass in der Photographie jedes lebhafte Licht das Bestreben hat, die dasselbe umschliessenden Grenzen zu durchbrechen und über dieselben hinaus in die dunkleren Partien einzudringen.

Nicht alle Lichthöfe sind identisch; sie sind auf verschiedene Ursachen zurückzuführen, welche theils optischer, theils chemischer Natur sind und zwar:

1. Reflexion eines Theiles des einfallenden Lichtes von der Rückseite der Glasplatte, nachdem dasselbe zuvor durch die durchscheinende empfindliche Silbersalzschicht zerstreut wurde.

1) Ueber Störungen bei Astrophotographie s. Gothard (Eder's Jahrb. f. 1890. S. 241).

2. Seitliche Lichtzerstreuung infolge der unvollkommenen Construction der photographischen Objective (Linsen).

3) Chemische seitliche Verbreiterung des entwickelten Lichtbildes (Extension der chemischen Einwirkung), ferner sogen. Molecular-Irradiation.

## I. Die häufigste Art von Lichthöfen entsteht durch Reflexion eines Theiles des einfallenden Lichtes von der Rückseite der empfindlich gemachten Glasplatte.[1])

Betrachten wir den einfachsten Fall, wenn ein Lichtstrahl $AB$ (Fig. 22) auf die Glasplatte $MNOP$ fällt (indem man eine durchlöcherte Stanniolfolie auf die Platte legt und belichtet, ohne Zuhilfenahme eines Objectives). Derselbe wird gebrochen und geht in der Richtung $BC$ nach der Rückseite der Platte. Bei $C$ tritt ein Theil aus der Platte heraus, ein anderer hingegen wird zurückgeworfen und zwar in der Richtung $CD$ und trifft bei $D$ die empfindliche Schicht von rückwärts. Diese Reflexion kann mehrmals hintereinander erfolgen.

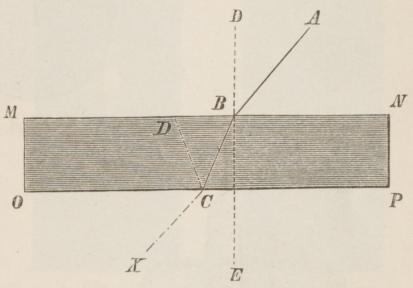


Fig. 22.

In der photographischen Praxis tritt dieser einfachste Fall niemals ein, weil die halb durchsichtige photographische Schicht das einfallende Licht zerstreut. Vielmehr erscheint die weissliche opake Bromsilberschicht durch das Einfallen intensiver Lichtmassen und durch die Zerstreuung des Lichtes in der durchscheinenden Schicht gewissermassen selbstleuchtend (s. Molecular-Irradiation S. 105).

Abney, welcher sich sehr eingehend mit diesem Gegenstande befasst, gibt folgende Illustrationen zur Entstehung von Lichthöfen. Wenn ein Lichtpunkt (Fig. 23) auf die Schicht fällt, wird das Licht zerstreut, dann von der Rückseite der Glasplatte reflectirt, und zwar am stärksten in jener Richtung, wo die „totale Reflexion" erfolgt. Also wird der Punkt nach der Entwickelung mit einem Kreise umgeben sein (Fig. 24). Eine Lichtlinie wird den Lichthof von Fig. 25 geben, welcher auf eine Reihe von nebeneinanderliegenden Kreisen (Fig. 26) zurückgeführt werden kann. Zwei sich kreuzende Linien geben ein abgerundetes Kreuz (Fig. 27), welches sich zu Fig. 28 ausdehnt, wenn

1) In der That sind die Strahlen, welche eine Schicht von Bromsilber-Emulsion passirt haben, noch genügend actinisch, um nach der Reflexion von der Rückseite der Glasplatte eine Wirkung zu äussern. Man kann nämlich hinter eine Bromsilberplatte in der Camera eine zweite legen und auch auf dieser lässt sich das Bild entwickeln.

die Dicke der Glasplatte wächst [1]). Eine Scheibe erscheint wie in Fig. 24 mit einem Hofe umgeben. Photographirt man die Sonne, so erscheint sie von einem ringförmigen Hofe umgeben, welcher um so weiter vom Sonnenbilde absteht, je dicker das Glas ist. Um den Grad des Auftretens von Lichthöfen bei verschiedenen photographischen Processen beurtheilen zu können, schneidet man eine dünne Linie in Stanniol (etwa 2 mm breit), legt dies auf die Platte, exponirt und entwickelt. Es zeigt sich ein Bild, wie Fig. 24 zeigt, mit mehr oder weniger breitem Hofe.

Fig. 23.

Fig. 24.

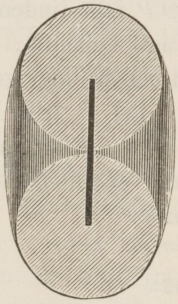


Fig. 25.

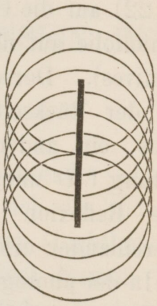


Fig. 26.

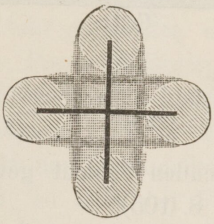


Fig. 27.

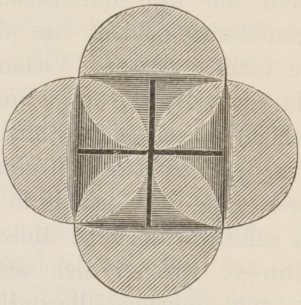


Fig. 28.

Irradiations-Erscheinungen.

Cornu studirte die Ursachen der Lichthofbildung sehr genau und seine Versuchsanordnung macht das Wesen dieser Erscheinungen vollkommen klar (Eder's Jahrb. f. Photogr. f. 1892. S. 51 und 54). Er beschreibt folgende Fundamental-Versuche:

1) Sutton machte die Angabe, dass eine sensible Schicht auf Glimmer den Lichthof im selben Grade und in derselben Ausdehnung zeigt als eine auf viel dickerem Glase befindliche (Bull. Soc. franç. 1872. S. 247 aus Brit. Journ. af Phot.). Abney aber sowie Cornu bewiesen das Gegentheil. Ferner beobachtete Abney, dass eine Bromsilberschicht, welche auf einer Seite eines Prismas aufgetragen, um einen Punkt einen elliptischen oder parabolischen Lichthof gibt; hier ist aber die reflectirende Fläche anders gelegen (Phot. Mitth. Bd. 15, S. 141).

1. Versuch Cornu's. Die elementare Erscheinung, welche die photographische Aureole verursacht, ist der kreisförmige Lichthof, welcher sich rings um einen isolirten leuchtenden Punkt bildet. Als leuchtenden Punkt verwendet man die Flamme einer Oellampe, welche man vor einem dunklen Hintergrunde in einem finstern Zimmer aufstellt; man rückt die Camera in 4 bis 5 m Entfernung von der Lampe und photographirt das Bild der Flamme auf eine Bromgelatineplatte derart, dass man eine gut getroffene Aufnahme erhält; die Expositionsdauer hängt dabei von der Grösse und freien Oeffnung des benutzten Objectivs ab.

Auf der entwickelten Platte zeigt sich das Bild der Flammen umgeben von einem Lichtkreise, welcher von der Flamme durch einen dunklen Zwischenraum getrennt ist (Fig. 29 und 30). Diese eigenthümliche Erscheinung, welche das Auge in der Natur nicht sieht und welche

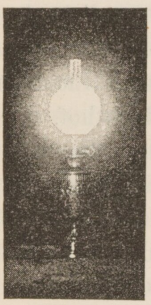


Fig. 29.

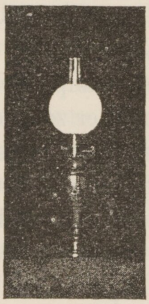


Fig. 30.

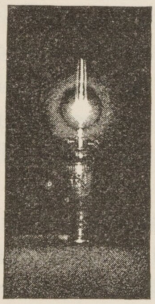


Fig. 31.

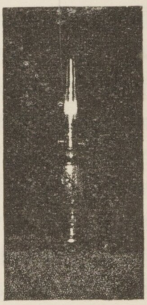


Fig. 32.

Fig. 29 und 31: Photographie von Lampen mittels gewöhnlicher Trockenplatten.
Fig. 30 und 32: Photographie derselben Lampen mittels hinterkleideter Platten.
Beispiele von Lichthöfen und deren Vermeidung.

trotzdem sich auf der lichtempfindlichen Platte scharf abzeichnet, bildet den elementaren Lichthof.

2. Versuch Cornu's. Die leuchtende Aureole und der leuchtende Nebel entstehen durch Uebereinanderlagerung elementarer Lichthöfe.

Wenn man den eben beschriebenen Versuch mit mehreren dicht bei einander stehenden Lampen wiederholte, würde jede Flamme ihren Lichthof haben und die letzteren würden in einander übergreifen. Es folgt daraus der Schluss, dass, wenn die Lichtquelle nicht aus einzelnen Punkten besteht, sondern eine breite continuirliche Oberfläche bildet, die elementaren Lichthöfe sich über einander erstreckten und eine continuirliche Aureole ohne dunklen Zwischenraum bilden müssen. Man kann den Beweis für diese Behauptung führen, indem man die oben erwähnte Lampe photographirt, nachdem man sie mit einer matten Glaskuppel

bedeckt hat; dabei hat man die Expositionsdauer länger zu bemessen, wegen der Schwächung der Lichtwirkung. Das Bild der Glaskugel zeigt sich dann umgeben von einer sehr grossen Aureole, welche sich unmittelbar an den Umriss der Kugel ohne irgend einen dunklen Zwischenraum anschliesst (Fig. 30 und 32).

Man ersieht daraus, dass der leuchtende Nebel, welcher sich an einer hellen Gegend zeigt, eine zusammengesetzte [1]) Erscheinung ist, welche sich jedoch auf die einfache Erscheinung zurückführen lässt, die ein isolirter leuchtender Punkt hervorruft; diesen letzteren Fall gilt es deshalb zu untersuchen.

3. Versuch. Der Durchmesser des Lichthofes ist proportional der Dicke der Glasplatte, auf welcher sich die lichtempfindliche Schicht befindet.

Man suche aus verschiedenen Plattenpacketen die dickste und dünnste heraus, von denen die erste zuweilen doppelt so dick als die letztere sein wird; dann erzeuge man auf beiden ein Bild der Flamme der nicht mit der Glaskugel bedeckten Lampe bei gleicher Lichtstärke und Expositionszeit. Jedes der beiden Bilder zeigt einen Lichthof, dessen Grösse man leicht nach dem Durchmesser seines inneren Randes bestimmen kann; der Lichthof auf der dünneren Platte besitzt jedoch einen kleineren Durchmesser als derjenige auf der dickeren Platte; im Allgemeinen ist der Durchmesser nahezu gleich dem Vierfachen der Plattendicke. Man bemerkt auch, dass der engere Lichthof der schärfere ist, woraus zu schliessen ist, dass die Lichtstärke des elementaren Lichthofes mit der Zunahme der Dicke der photographischen Platte abnimmt [2]). Dieser Versuch beweist, dass der Lichthof in Wirklichkeit in der Natur

1) Man darf diesen leuchtenden Nebel, der durch die Uebereinanderlagerung regulärer Lichthöfe entsteht, jedoch auf keinen Fall mit demjenigen verwechseln, welchen eine auf dem Objectiv befindliche Staubschicht hervorruft; beide sind übrigens leicht von einander zu unterscheiden. Photographirt man einen leuchtenden Punkt (z. B. die Flamme einer Lampe) mittels eines Objectives, welches mit Staub oder einer trübenden Schicht bedeckt ist, so erhält man eine Aureole, welche von der Lichtquelle ab continuirlich abnimmt, der Lichthof dagegen ist von der Lichtquelle durch einen dunklen Zwischenraum scharf getrennt und man bekommt ihn nur bei Anwendung eines ganz reinen Objectives. Beide Erscheinungen können übrigens in den verschiedensten Verhältnissen zugleich auftreten, wenn das Objectiv durch Staubtheilchen oder Schrammen, welche sich auf seiner Oberfläche befinden, mehr oder weniger diffuses Licht durchlässt.

2) Bei Anwendung photographischer Häutchen aus einer Emulsionsschicht auf einem sehr dünnen durchsichtigen Blättchen, nimmt zwar der Lichthof an Durchmesser ab, wodurch die Breite der Diffusion rings um die hellbeleuchteten Stellen abgeschwächt wird, dagegen gewinnt er an Lichtstärke, wodurch immer noch unangenehme Wirkungen bleiben.

nicht vorhanden ist; dass er dem Auge nicht bemerkbar ist, liegt nicht etwa daran, dass er seine Entstehung nicht bemerkbaren chemischen Strahlen verdankt, dagegen spricht seine Veränderung bei verschiedener Dicke der Glasplatte, auf welcher sich die lichtempfindliche Stelle befindet.

4. Versuch. Der Lichthof ist eine optische Erscheinung, welche von der photographischen Wirkung des Lichtes unabhängig ist.

Ohne Zuhilfenahme der Photographie kann man den Lichthof in folgender Weise sichtbar machen. Man bringe in die Cassette der auf die Lampe gerichteten Camera an die Stelle der Bromgelatineplatte eine gewöhnliche, mit Bleiweiss (Aquarell- oder Gouacheweiss) oder mit in Wasser eingerührter Kreide in Emulsionsform bedeckte Glasplatte, und öffne dann die äussere Klappe der Cassette, um das Bild betrachten zu können, welches sich auf der weissen Schicht bildet, welche die Rolle des matten Glases spielt. Dann bemerkt man rings um das Bild der Flamme auch den kreisförmigen Lichthof, dessen Durchmesser, wie man direct feststellen kann, mit der Dicke der Glasplatte wechselt. Die Erscheinung ist demnach eine rein optische und wird von der Photographie nur aufgezeichnet und im Bilde festgehalten.

5. Versuch. Der Lichthof wird durch die totale Reflexion des durch die Emulsion diffundirten Lichtes an der hinteren Fläche der Glasplatte hervorgerufen.

Diese Reflexion lässt sich in sehr einfacher Weise vorführen. Man bringe auf der Rückseite der lichtempfindlichen Platte, welche zur Aufnahme dienen soll, mittels eines Schreibdiamanten oder auch einfacher noch mit Tinte in der Gegend, wo das Bild entstehen wird, einige dicht neben einander liegende Striche an. Nach dem Entwickeln sieht man dann auf dem Lichthofe die auf der Rückseite der Platte angebrachte Zeichnung wiedergegeben, jedoch in verdoppelter Grösse. Wenn man so mit dem Diamant auf der Rückseite der Platte eine Anzahl Striche in einer Millimeterentfernung von einander einzeichnet, weist das Bild eine Anzahl zwei Millimeter von einander abliegender Striche auf, welche sich über die ganze von dem Lichthofe erhellte Fläche erstrecken.

Erklärung der Lichthofbildung. Diese Erscheinungen wurden wiederholt von verschiedenen Forschern sehr zutreffend erklärt und auf die Reflexion des Lichtes im Vereine mit der Zerstreuung desselben zurückgeführt (z. B. Marlow[1]), Carey Lea[2]), Abney[3]),

1) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1861. S. 93.

2) Phot. Archiv. 1868. S. 193.

3) Abney's Instruction im Phot. 1882. S. 24. Phot. News. 1875. S. 365 und 1881. S. 615 und 578.

Davanne[1]), sowie Cornu[2]), welchem letzteren wir im Nachstehenden folgen. Der beleuchtete Punkt $O$ (s. Fig. 33) der diffundirenden Schicht $OCHN$, welche in enger Berührung mit dem Glase ist, wirkt wie eine wirkliche Lichtquelle, welche nach allen Seiten Licht ausstrahlt; alle im Innern der Platte ausgehenden Strahlen erreichen die zweite Oberfläche $EBLM$ und werden an derselben reflectirt, und zwar werden diejenigen, welche wie $OB$ innerhalb des Grenzwinkels $EOL$ liegen, nur sehr schwache Reflexionsstrahlen $BC$ liefern, da sie ja den austretenden Strahlen $BS$ entsprechen, welche den grössten Theil der Lichtstärke mitnehmen; die anderen, wie $OM$, ausserhalb der Grenzwinkel gelegenen Strahlen jedoch werden äusserst kräftige reflectirte Strahlen erzeugen, da sie bei der totalen Reflexion, welche sie erfahren, an ihrer Intensität keinen Verlust erleiden.

Alle diese reflectirten Strahlen beleuchten die innere Fläche der diffundirenden Schicht und rufen auf derselben zwei aneinander grenzende Gebiete von ungleicher Lichtstärke hervor, deren Grenze sich leicht bestimmen lässt. Diese Strahlen gehen nämlich sämmtlich von dem Punkte $O'$, dem virtuellen Bilde der Lichtquelle, der mit dem Punkte $O$ zur Oberfläche der Glasplatte symmetrisch liegt, aus. Die nicht total reflectirten Strahlen nun liegen innerhalb des Umdrehungskegels, der die Senkrechte $O'E$ zur Achse, $O$ zur Spitze und an der Spite einen Winkel hat, der doppelt so gross als der Grenzwinkel $EO'L = EOL$ ist; diese Strahlen liefern ein wenig beleuchtetes Gebiet, das von dem Kreise begrenzt ist, welcher dadurch entsteht, dass der erwähnte Kegel von der diffundirenden Ebene senkrecht geschnitten wird.

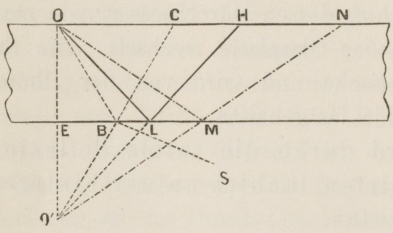


Fig. 33.

Die total reflectirten Strahlen, welche ausserhalb dieses Kegels liegen, bilden dagegen ein stark leuchtendes Gebiet, welches bei der Peripherie des erwähnten Kreises scharf begrenzt anhebt und nach aussen hin unbegrenzt ist. Man erkennt darin leicht den oben beschriebenen Lichthof.

Der Radius $\rho = OH$ des Lichthofes ist derjenige des Grundkreises des oben beschriebenen Kegels. Ist $R = OO'L$ der Grenzwinkel, so dass $n \sin R = 1$ ist, wo $n$ den Brechungsexponenten zwischen Luft

1) Bull. Soc. franç. Phot. 1879. S. 136 und 225.

2) Eder's Jahrb. f. Phot. 1892. S. 57. Ferner findet man weitere Einzelheiten in Cornu's Abhandlung in den „Comptes rendus". Bd. 110, S. 551.

und Glas bezeichnet, so folgt, dass, wenn man die Dicke des Glases mit $e$ bezeichnet,

$$\varrho = 2\,e \text{ tang } R \text{ oder } \varrho = \frac{2\,e}{\sqrt{n^2-1}} \text{ ist.}$$

Der Durchmesser des Lichthofes ist also der Dicke des Glases proportional, er nimmt mit der Brechbarkeit des benutzten Lichtes ab, da mit derselben $n$ zunimmt. Da der mittlere Brechungsexponent für Glas ungefähr $n = \frac{3}{2}$ ist, findet man $2\,\varrho = e \cdot 8 : \sqrt{5} = 3{,}578\ e$; es ergibt sich daraus also, dass der mittlere Durchmesser des Lichthofes ein wenig kleiner als das Vierfache der Plattenstärke ist, sodass dies Rechnungsresultat dem Versuche vollständig entspricht.

Die Abnahme der Lichtintensität des Lichthofes nach aussen hin lässt sich ebenfalls leicht erklären. Betrachtet man die Beleuchtung von verschiedenen Punkten $N$, deren Entfernung von dem Lichtcentrum $O$ immer grösser wird, so muss dieselbe aus zwei Gründen immer mehr abnehmen, indem nämlich einmal die virtuelle Lichtquelle $O'$ in eine immer grössere Entfernung rückt und andererseits die von ihr ankommenden Strahlen immer schräger auf die diffundirende Fläche $ON$ auffallen.

Aus diesen Versuchen geht klar hervor: die Ursache der Erscheinung ist die Reflexion des durch die vordere Fläche der Platte diffundirten Lichtes an der hinteren Fläche. Man sieht in der That, dass die Sache sich so verhält, als ob hinter dem Bilde jeder leuchtende Punkt des Focalbildes von einem zweiten leuchtenden Punkte begleitet wäre, der eine entsprechende Lichtmenge auf die Rückseite der lichtempfindlichen Schicht entsendete, so dass also die Störung durch das Auftreten eines Zusatzbildes hervorgerufen wird, welches das regelrechte Bild verwirrt.

Cornu erörtert ferner die Frage: „Warum tritt die Erscheinung nicht stets auf?“ Die Antwort ist nicht in so kurzer Fassung zu geben, aber darum nicht minder klar.

Soll die Aureole erscheinen, so müssen gewisse besondere Bedingungen vorhanden sein. Ein Theil derselben hängt von dem Modell ab, indem dasselbe 1. eine sehr kräftig beleuchtete Partie, 2. ein daran anstossendes dunkles Gebiet, kurz gesagt, ziemlich starke Gegensätze der Beleuchtung aufweisen muss; sind solche Gegensätze vorhanden, so treten immer Aureolen auf, schwächt man sie ab, so verschwindet der Lichthof.

Andere Bedingungen hängen von der photographischen Platte ab; die lichtempfindliche Schicht muss nämlich, wenn die Aureole entstehen

soll, 1. eine starke Diffusionskraft besitzen, welche übrigens den Emulsionen stets zukommt, 2. eine ausreichende Transparenz haben, damit das diffundirte Licht bis an die Glasplatte gelangt.

Diese beiden Bedingungen stehen offenbar mit einander im Widerspruch, denn das weisse opalisirende Bromsilber diffundirt das Licht, d. h. je mehr Bromsilbertheilchen vorhanden sind, um so stärker ist die Undurchsichtigkeit und infolge dessen um so geringer die Transparenz, woraus folgt, dass bei einer gegebenen Emulsion eine für die Entwickelung der Lichthöfe besonders günstige Dicke vorhanden ist, danach kann man sich, wenn man bedenkt, dass die Dicke der Emulsionsschicht zwischen ziemlich bedeutenden Grenzwerthen wechselt, die ungleiche Fähigkeit der photographischen Platten verschiedener Marken zur Entwickelung der Lichthöfe erklären.

Endlich sind noch die physiologischen Bedingungen zu erwähnen: Das Auge schätzt nur unter ganz besonders einfachen Umständen das Verhältniss zwischen verschiedenen Licht-Intensitäten richtig, die kleinsten Formen-Verwickelungen reichen hin, um das Auge zu einem falschen Schlusse zu führen. Es ist daher nicht zu verwundern, dass die Erscheinung der Aureole, obgleich sie in Wirklichkeit oft auf Bildern vorhanden ist, einem nicht darauf aufmerksam gemachten Beschauer nicht immer auffällt.

Einem geübten Auge entgeht jedoch das Vorhandensein von Anomalien in der Vertheilung des Lichtes nicht; der Künstler weiss sehr wohl, dass die Photographie nicht stets genau das wiedergibt, was er sieht, er ist gezwungen in seinen Belichtungen Auswahl zu treffen, er vermeidet gewisse Anordnungen, aus dem Grunde, weil, wie man das auszudrücken pflegt, gewisse Lichtwirkungen in der Photographie überhaupt nicht oder schlecht „kommen". Durch Anwendung passender Mittel zur Vermeidung von Lichthöfen lassen sich wesentliche Verbesserungen in dieser Richtung erzielen.

## II. Einfluss verschiedener photographischer Processe auf das Auftreten von Lichthöfen.

Nasse Collodionplatten neigen weniger zu Lichthöfen, als gewisse Trockenverfahren und unter diesen zeigen wieder die reinen Bromsilberplatten die Erscheinung mehr als die Jodbromplatten. Dies erklärt sich nicht nur dadurch, dass das Bromsilber für ganz schwache Lichtstrahlen sehr empfindlich ist und andererseits vermöge seiner weissen Farbe mehr actinisches Licht als das gelbe Jodsilber durchdringen lässt (s. S. 106). Auch die feuchte Collodionplatte lässt wenig wirksames Licht durchdringen, da ja Nitrate und Salpetersäure wenig durchlässig für die actinischen Strahlen sind (Spiller).

Bromsilber-Collodion, welches orangefarbiges Licht durchlässt, gibt weniger Lichthöfe als die blaues Licht durchlassende Bromsilbergelatine (Abney [1]), und diese aber stärker als die gelbe Jodbrom-Emulsion.

Häufig erscheint die Solarisation eines Bildes vergrössert, wenn sich zugleich ein Lichthof einstellt. Der Grund ist nach Abney [2]) der folgende: Das durch die Schicht dringende zerstreute Licht, welches den Lichthof hervorbringt, ist sehr geschwächt. Demzufolge wird es längere Zeit brauchen, bis es eine Solarisations-Wirkung hervorbringen kann als das directe Licht, welches das Bild erzeugt. Solarisirt nun das Bild, so wird der Lichthof noch nicht solarisirt sein und das erstere wird schwach auf kräftigerem Grunde erscheinen. Wird der Lichthof durch passendes Hinterkleiden der Glasplatten vermieden, so tritt die Solarisation weniger deutlich hervor.

## III. Mittel zur Vermeidung der Lichthöfe.

Die oben gegebene Erklärung der Ursache der Lichthöfe gibt uns auch die Mittel zu deren Vermeidung an die Hand. Weil die Lichthöfe hauptsäch-

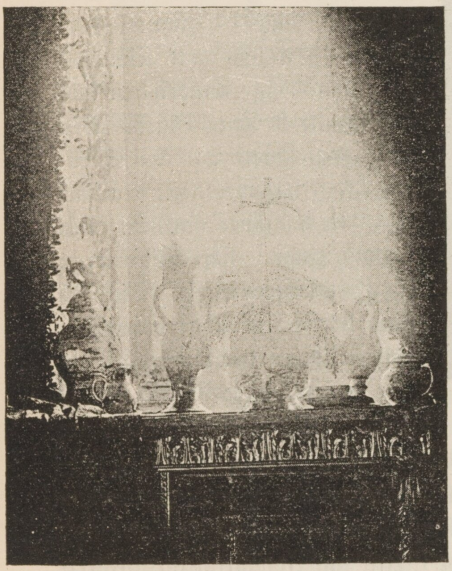


Fig 34.
Photographische Aufnahme gegen ein helles Fenster auf gewöhnlicher Trockenplatte.

Fig. 35.
Dasselbe Object, aufgenommen auf einer hinterkleideten Trockenplatte.

Beispiel eines Lichthofes und dessen Vermeidung.

lich durch die Reflexion der Lichtstrahlen, welche die lichtempfindliche Bromsilberschicht zerstreut hat, an der Rückseite der Platten erzeugt werden,

1) Phot. News. 1881. S. 615.
2) Abney's Instruction in Photography. 1882. S. 26.

so muss man, zur Verhinderung dieser Erscheinung diese Reflexion verhindern. Wenn man die Rückseite der Platte mit einer Flüssigkeit oder einem Firniss bedeckt, welcher denselben Brechungsexponenten wie das Glas hat, so kann zwischen diesen beiden Medien keine Reflexion erfolgen. Färbt man ferner den Firniss so stark, dass er die betreffenden Strahlen absorbirt, so können diese wieder nicht an die äussere Oberfläche des Firnisses gelangen und sie können dort auch nicht reflectirt werden. Wird nur eine dieser Bedingungen erfüllt, so ist der Effect kein vollkommener. Denn wenn die hinter der Platte angebrachte Schicht noch so stark gefärbt ist, so wird sie dennoch Licht reflectiren, wenn sie nicht denselben Brechungsexponenten wie das Glas hat.

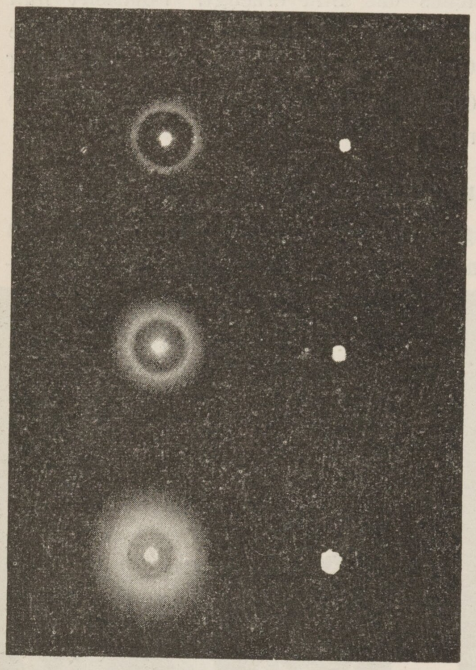


Fig. 35.
Bildung von Lichthöfen und deren Vermeidung.

Deshalb empfahl Cornu eine Mischung von 6 Volumen Nelkenöl und 1 Volumen Terpentinöl, welche mit Kienruss zu einem Teige angerieben und dann mittels eines Pinsels oder Wattebauschens auf der Rückseite der Platte vertheilt werden; man belichtet, entfernt mit Seidenpapier den schwarzen Teig und entwickelt. Fig. 34 und 35 zeigt den günstigen Effect dieser Behandlung.

Auch Eugen von Gothard gab ähnliche Mittel an; er beseitigte die Lichthöfe durch Aufkitten einer mattgeschliffenen geschwärzten Glasplatte mittels Glycerin auf die Rückseite der photographischen Platte, was allerdings umständlich ist. Bequemer ist Gothard's Vorschlag auszuführen, nämlich: die Rückseite der Platte mit Buchdruckerschwärze, welche mit Leinöl vermischt ist, zu bestreichen oder mit einer Walze zu schwärzen; vor dem Entwickeln beseitigt man die Schwärze mit Sägespähnen (Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1890. S. 241). Fig. 36 zeigt die Wirkung dieser Behandlung der Platten; bei dem in der Figur abgebildeten Versuche waren durch Bedecken der Platte mit durchlöchertem schwarzen Papier und Belichtung einerseits Lichthöfe erzeugt, welche andererseits nach erfolgtem Schwärzen der Rückseite der Platte nicht mehr hervortraten.

Solche Platten sind für Interieur- und in speciellen Fällen auch zur Landschaftsphotographie gut verwendbar.

Auch Dr. Stolze hat ein vortreffliches Mittel zur Hinterkleidung von Trockenplatten angegeben, nämlich roth gefärbtes Collodion, welches mittels Harz- oder Ricinusöl-Zusatz dem Brechungsindex des Glases möglichst nahe gebracht ist[1]). Stolze empfahl als rothen Farbstoff besonders Aurin[2]). Man stellt das „Aurincollodion" durch Mischen von

300 ccm Rohcollodion mit
200 ccm warm gesättigter, wieder abgekühlter und dann filtrirter Lösung von Aurin in Alkohol und
4 ccm Ricinusöl

her. Damit werden die farbigen Trockenplatten rückwärts übergossen, getrocknet und verwendet. Die Schicht lässt sich von der farbigen Platte leicht abwischen. Auch Chrysoïdin und ähnliche Farbstoffe lassen sich hierzu verwenden; das Aurin hat jedoch den Vortheil, dass es in Wasser unlöslich ist und keine Störungen beim Entwickeln verursacht.

Zu orthochromatischen Platten soll ein Hinterguss verwendet werden, welcher nicht nur die blauen, sondern auch die grünen und gelben Strahlen absorbirt, was man durch Zusatz von Anilinroth zu obigem Aurincollodion erreicht. H. W. Vogel[3]) empfiehlt zu diesem Zwecke ein Gemisch von 100 ccm Collodion (2proc.), 0,3 g Aurantia, 0,3 g Erythrosin, 2 g Ricinusöl. — Druckerschwärze erfüllt übrigens ihren Zweck auch bei orthochromatischen Platten.

Es wird der Lichthof beseitigt, wenn man die Rückseite der Platte mit einer Lösung von Asphalt in Benzin, oder Curcuma in Lack gelöst (Abney) bedeckt; sehr wirksam ist die Verwendung einer einseitig mattgeschliffenen Glasplatte, deren blanke Seite mit der empfindlichen Schicht bedeckt ist, während die matte Rückseite mit schwarzem Firniss bestrichen wird (Marlow). Trägt man eine Emulsionsschicht auf eine Glasplatte auf, deren Rückseite bloss mattirt ist, so zeigt sich der Lichthof vermindert und zwar in Form eines schwachen gleichmässig abnehmenden Hofes (Abney). Celluloïd-Films (d. s. dünne Celluloïd-Blätter, welche mit Bromsilbergelatine-Emulsion überzogen sind), welche auf der Rückseite mattirt sind und mehrfach in den Handel kommen, zeigen die Lichthöfe nur in geringem Grade. Wilde in

1) Wenn man rothes Ueberfangglas auf der weissen Seite präparirt, so entsteht kein Lichthof (Abney).

2) Phot. Wochenbl. 1882. S. 164 und 1883. S. 96. Weniger gut ist Eosin in Collodion, weil letzteres blaues Licht durchlässt (Abney).

3) Eder's Jahrbuch f. Photogr. für 1894. S. 377.

Görlitz brachte (1893) Trockenplatten in den Handel, deren Emulsionsträger eine feinkörnige Mattglasscheibe ist; der Effect dürfte die mit Farbschichten hinterkleideten Platten aber nicht erreichen.

Oft wurde auch Terra di Sienna, mit Gummi angerührt[1]), zum Hinterkleiden verwendet; vor dem Entwickeln muss dieser Ueberzug mit einem feuchten Schwamme entfernt werden. Aehnlich verhält sich eine mit Chrysoïdin roth gefärbte Gummischicht[2]). Russel[3]) empfahl eine einfache Gummigutti-Lösung (ohne Gummi arabicum). Diese Mittel sind jedoch schlechter als die vorigen, weil der Brechungsindex des Glases zu sehr von dem des Gummi verschieden ist.

Viel schlechter als inactinischer Firniss ist auch Anpressen von angefeuchtetem schwarzen oder rothen Papier oder Leder [Marlow a. a. O., Abney[4]), Stolze[5])], schon deshalb, weil der Brechungsexponent des Wassers zu sehr verschieden ist, von dem des Glases. Oefters angewendet ist trotzdem das Anpressen eines schwarzen oder gelben Ledertuches, Wachstaffets oder Pigmentpapieres, welche zuvor mit Glycerin getränkt wurden[6]).

Trockenes rothes oder schwarzes Papier, Sammet etc. sind fast nutzlos.

## IV. Specialsorten von Emulsionsplatten mit dicken mehrfachen Schichten, welche keine Lichthöfe geben.

Sandell in London, Director der Plattenfabrik von Thomas in London, erfand 1891 specielle Arten von Bromsilbergelatine-Platten, welche mit zwei oder drei verschiedenen Emulsionsschichten überzogen sind und keine oder relativ geringe Lichthöfe geben[7]). Durch ihre Verwendung ist Benutzung der mit gefärbten Firnissen etc. hinterkleideten Platten überflüssig; da erstere einfacher zu handhaben sind, so finden sie mit Recht, trotz des höheren Preises vielfach Verwendung zu Interieuraufnahmen, was insbesondere von den Platten mit dreifacher Schicht gilt.

1) Als Recept kann dienen: 100 Th. gebrannter Sienna-Erde, 30 Th. Dextrin, 2 Th. Glycerin (Yearbook of Photogr. for 1883. S. 203).

2) Chardon löst 5 Th. Gummi in Wasser und fügt dazu eine Lösung von 2 Th. Chrysoïdin in Alkohol (Bull. Soc. franç. Phot. 1878. S. 35).

3) Horn's Phot. Journ. 1865. Bd. 23. S. 62.

4) Brit. Journ. of Phot. 1881. S. 42. Phot. Wochenbl. 1882. S. 13.

5) Phot. Wochenbl. 1882. S. 273.

6) Phot. Wochenbl. 1882. S. 374. Brit. Journ. of Phot. 1882. S. 637. — Fol. empfiehlt zur Herstellung von „Backing Sheets" ein Gemisch von 1 Th. Gelatine, 2 Th. Wasser und 1 Th. Glycerin mittels Tusche schwarz zu färben. Damit starkes Papier oder Shirting zu bedecken und die erstarrte Gelatineschicht auf gewachstes Glas zu pressen, wodurch man eine glänzende Oberfläche erhält. Diese Schichten werden auf die Rückseite des Glases gepresst (Phot. News. 1883. S. 128)

7) Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1893. S. 378; auch Phot. Corresp. 1892. — Thomas' Patent in Deutschland datirt vom 29. Dec. 1891 an.

Die erwähnten Platten, sogen. „Sandellplatten", sind in der Weise mit verschiedenen Emulsionsschichten überzogen, dass die oberste Bromsilber-Emulsionsschicht eine normale Lichtempfindlichkeit besitzt, während die untere, unmittelbar am Glase befindliche aus einer Emulsion von sehr geringer Lichtempfindlichkeit besteht und eventuell auch reich an Jodsilber ist. Die Schichten der Sandellplatten sind sehr dick, undurchsichtig und fixiren und trocknen demzufolge viel langsamer als gewöhnliche Platten. Man kann damit ganz gut Aufnahmen gegen das Licht herstellen und namentlich bei Interieuraufnahmen bewähren sie sich gut; die Lichthöfe lassen sich bei sehr starken Lichtcontrasten wohl mit Sandellplatten nicht ganz vermeiden, aber in hohem Grade vermindern. Sie sind sehr empfehlenswerth. Die Wirkung der Sandellplatten ist in erster Linie darauf zurückzuführen, dass das Bild zunächst auf der oberen empfindlicheren Schicht entsteht, stärkere Lichteindrücke aber langsam ins Innere sich weiter fortsetzen, weil die unteren Schichten aus unreifer Bromsilber-Emulsion bestehen, welche wenig durchlässig für blaues Licht ist, als gereiftes Bromsilber und deshalb das Eindringen des „actinischen" Lichtes stärker hindert, als eine ebenso dicke Schicht von gewöhnlicher Emulsion. Dadurch gelangt weniger Licht durch diese Schichten bis zum Glase und noch weniger kann bei der Reflexion von der Glasrückwand wieder zur Bildschicht durchdringen und damit ist die Grundbedingung zur Vermeidung der Lichthöfe erfüllt. Die Sandellplatten geben bei reichlicher Exposition namentlich bei Interieuraufnahmen gute Resultate, ferner sind bei Landschafts- und Gebirgsaufnahmen die weit entfernten und am Horizont liegenden Objecte hiermit besser zu photographiren. — Wüstner, in New York, sowie Reichert und Stoll in Berlin stellen in neuerer Zeit (1894) gleichfalls sogen. „Sandellplatten" her.

## V. Verwendung von gefärbten Emulsionsschichten zur Vermeidung von Lichthöfen.

Sowohl Collodion-, als auch Gelatineplatten geben weniger Lichthöfe, wenn man die Emulsionsschicht mit gelben oder rothen Farbstoffen färbt, wodurch das Eindringen von photographisch wirksamem Lichte ins Innere der Schicht vermindert wird. Diese Thatsache versuchte man schon vor mehr als zwanzig Jahren, als noch die Collodionplatten ausschliesslich verwendet wurden, zu verwenden, um die „Präservativen" für Collodion-Emulsionsplatten durch Farbstoff-Zusätze (Carminschwefelsäure, Corallin) zu verbessern; wobei man keine orthochromatische Wirkung (welche damals noch unbekannt war), sondern bloss Schutz gegen Irradiation bezwecken wollte (s. S. 105). Auch Jodsilber in der Bromsilber-Emulsion wirkt ähnlich, wenn auch nicht radical.

Der Zusatz von gelben und rothen Farbstoffen zur Gelatine-Emulsion wirkt der Entstehung der Lichthöfe entgegen, jedoch nur, wenn die Färbungen sehr intensiv sind, und es erwächst die Schwierigkeit, die intensiven Färbungen genügend zu beseitigen, um dann ein derartiges Negativ zum Copiren verwenden zu können [1]). Die Farbstoffe müssen sich also durch Chemikalien hinterher leicht zerstören lassen, was z. B. beim Säurefuchsin, einem intensiv rothen Farbstoff, der Fall ist. Aber es wird überdies durch die Anwendung stark gefärbter Emulsionsschichten die Lichtempfindlichkeit stark herabgedrückt.

O. Magerstedt (1893) in Berlin suchte einen ähnlichen Effect, wie ihn Sandell mit doppelten (eventuell jodsilberhaltigen) Emulsionsschichten erzielte, dadurch zu erreichen, dass er eine Unterschicht von roth oder gelb gefärbter Gelatine, und darüber die empfindliche Bromsilbergelatine gibt; der Farbstoff muss nach beendigter Entwickelung und Fixirung in passender Weise zerstört werden. Magerstedt meldete hierauf ein Patent in Deutschland an, welches darin besteht, dass man zwischen der lichtempfindlichen Schicht und dem Träger derselben eine mit solchen Farbstoffen unactinisch gefärbte Schicht anbringt, welche vor, während, beziehungsweise durch oder nach der Entwickelung und Fixirung in eine farblose Form gebracht oder entfernt werden, nämlich: 1. der rothen Farbstoffe der Rosanilinreihe und deren Sulfosäuren, 2. der Farbstoffe der Rosolsäurereihe, 3. der hinsichtlich ihrer Constitution zwischen dem Rosanilin und der Rosolsäure stehenden Farbstoffe, 4. der bei der Aurinfabrication entstehenden gelben und rothen Farbstoffe, 5. der Farbstoffe der Safraninreihe, 6. des Phosphins, 7. des Uranins. Zur Herstellung einer Platte nach diesem Verfahren verfährt man folgendermassen: Man mischt eine wässerige Gelatinelösung von genügender Consistenz mit einer Fuchsinlösung, giesst diese bei Tageslicht auf eine gut gereinigte Platte und lässt trocknen. Hiernach übergiesst man diese Platte bei schwachem, rothem Lichte mit gewöhnlicher, lichtempfindlicher Emulsion und trocknet im Dunkeln. Die Platte ist dann gebrauchsfertig. Das Entfärben derselben geschieht durch Behandlung mit saurem Bade und Auswaschen.

Derartige Platten sind jedoch bis jetzt (1894) nicht am Markte erschienen.

Burton hatte schon früher ähnliche Erwägungen wie Magerstedt angestellt und vorgeschlagen, den Emulsionsplatten eine Unterschicht von Silberchromat zu

1) Deshalb ist der Vorschlag Vidal's (Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1893. S. 379) und Burton's (Eder's Jahrb. für 1894. S. 398), die Bromsilbergelatine-Platten mit Pikrinsäure oder Pikraten zu tränken, unpractisch (vergl. Pike, Eder's Jahrb. für 1894. S. 378).

geben, dessen rothe Färbung die Lichthöfe vernichten sollte; Bolton verwarf diesen Vorschlag, weil das Silberchromat, wegen seiner leichten Reducirbarkeit, Unregelmässigkeit beim Entwickeln verursache (Eder's Jahrbuch f. Phot. für 1894. S. 377).

## VI. Beseitigung von Lichthöfen durch passende Entwickelungsart.

Mitunter kann man durch passende locale Anwendung starker Verzögerer während des Entwickelungsprocesses das Auftreten von Lichthöfen vermindern. Wenn man Interieuraufnahmen auf Bromsilbergelatine-Platten herstellt und mit einem langsam wirkenden Entwickler gerade nur so lange Zeit entwickelt, bis die hellsten Partien und die ersten Spuren der daneben befindlichen Lichthöfe sichtbar werden, so kann man die weitere Entwickelung dieser Stellen mittels Bromkaliumlösung verzögern. Man spült die Platte rasch mit Wasser tüchtig ab und bepinselt die hellsten Partien und die angrenzenden Lichthöfe mit starker Bromkaliumlösung (1:5), wonach man weiter entwickelt. A. Einsle in Wien zeigte, dass man hierbei sehr gute Resultate erzielen kann [1]). Diese Methode vermag jedoch nicht vollständig die oben erwähnten, mit farbigen Firnissen hinterkleideten Platten oder die speciellen Sandellplatten (bezüglich Vermeidung von Lichthöfen) zu ersetzen, ist jedoch mitunter als zweckdienliches Hilfsmittel mit Erfolg verwendbar.

## VII. Lichthöfe, welche durch seitliche Lichtzerstreuung, theils durch die Objective, theils durch Molecular-Irradiation erzeugt wurden.

Der Lichthof ist aber nicht in allen Fällen auf eine Reflexion von der Rückseite der Glasplatte zurückzuführen. Hier fallen nämlich folgende Beobachtungen ins Gewicht: Audra [2]) fand, dass Lichthöfe auch auftreten, wenn man die Platte von der Rückseite exponirt, Carey Lea [3]) konnte die Lichthöfe nicht durch Hinterkleiden, Aitken [4]) nicht durch Anwendung von schwarzem Glas völlig beseitigen. Deshalb nimmt man, nach dem Vorgange von Aitken, Sutton [5]) u. A. an, dass die Bromjodsilberschicht durch das einfallende Licht selbst so beleuchtet wird, dass es sich wie ein leuchtender Körper verhält (s. S. 91) und auf die benachbarten Theile Licht wirft (sogen. Molecular-Dispersion oder nach Aitken „Molecular-Irradiation"). — Dieser Fehler liesse sich beseitigen, wenn man nach dem Vorschlage von Lea, Aitken u. A. die Collodionschicht mit inactinischen rothen Anilinfarben färbt; dieselben müssen sich aber nach

1) Eder's Jahrb. f. Phot. für 1891. S. 25.
2) Bull. Soc. franç. 1879. S. 226.
3) Bull. Soc. franç. 1865. S. 249.
4) Phot. News. 1874. S. 356 und 261. Phot. Mitth. Bd. 11, S. 18.
5) Bull. Soc. franç. 1872. S. 245.

dem Fixiren entfernen lassen. Die Zusätze von solchem Farbstoff haben aber eine ungünstige Wirkung auf die Empfindlichkeit hervorgebracht (s. oben). Von sehr guter Wirkung aber ist der Zusatz von (gelbem) Jodsilber zum (weissen) Bromsilber. Die Verminderung von Lichthöfen bei jodsilberhaltigen Bromsilber-Emulsionen wurde von dem Verfasser oft beobachtet (s. auch Stillmann[1]) und Abney[2]).

Bei Aufnahme hell leuchtender Körper mittels photographischer Objective (Linsen) in der Camera kann man bei überexponirten Bildern 1. einen inneren sehr deutlich gezeichneten Lichtrand, welcher den Conturen des leuchtenden Gegenstandes folgt, unterscheiden neben 2. einem äusseren weniger deutlich begrenzten Hof.

Lord Lindsay und Cowper Ranyard, welche die Störungen bei astronomischen Photographien durch Irradiation studirten[3]), erläutern diese Erscheinungen durch die Fig. 37 bis 39. Fig. 37 wäre das ganz correcte Bild des Gegenstandes: Fig. 38 zeigt das überexponirte Bild des-

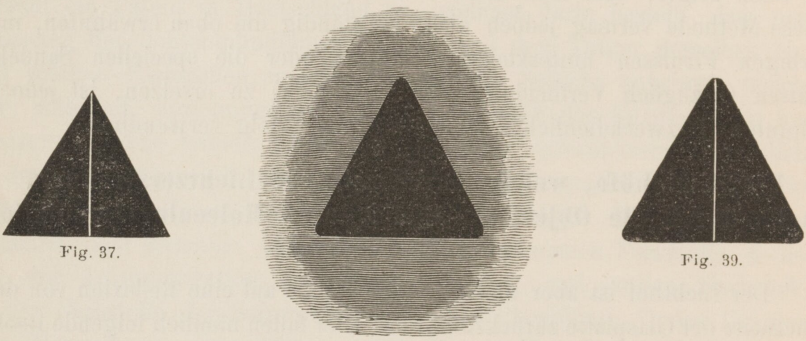


Fig. 37. Fig. 39.

Fig. 38. Irradiations-Erscheinungen.

selben mit dem inneren Lichthofe (welcher das Bild unscharf macht) und den allmählich verlaufenden äusseren Lichthof. Der äussere Lichthof erscheint nur, wenn man die Aufnahmen auf polirten farblosen Glastafeln vornimmt; werden Platten auf Ebonit, gelbem Glas oder mattgeschliffenem rückwärts mit schwarzem Lack bedeckten Glas hergestellt, so verschwindet der äussere Lichthof völlig; er rührt demnach von Reflexen von der Rückseite der Glasplatte her. Fig. 39 zeigt das Bild des (durch diese Behandlung vom äusseren Lichthofe befreiten) Gegenstandes. Der innere deutlich hervortretende Irradiationsrand bleibt aber zurück und rührt von der Unvollkommenheit der optischen Instrumente her[4]).

1) Phot. News. 1875. S. 357.

2) Phot. News. 1881. S. 578.

3) Nature. VI, S. 253. Fortschr. d. Phys. 1872. S. 435. Phot. Corresp. 1872. S. 198.

4) In der That verschwindet der innere Lichthof bei Platten von gelbem Glase, wenn man unmittelbar über die empfindliche Platte ein undurchsichtiges Lineal legt

Die Irradiations-Erscheinungen untersuchte Angot[1]) speciell zu den Zwecken der messenden Astronomie. Er erzeugte Daguerreotypen — wo also Reflexe von der Rückseite, wie sie bei Glasplatten vorkommen, nicht eintreten können — eines Objectes, das aus zwei gleichen durch einen dunklen Zwischenraum getrennten Rechtecken bestand. Genaue Messungen der unter verschiedenen Umständen erzielten Abbildungen lieferten ihm im wesentlichen folgende Resultate:

1. Die Intensität des Lichtes steigert die Ausbreitung des photographischen Bildes Dieselbe kann aber bei geringer Lichtstärke sogar hinter der wirklichen zurückbleiben.

2. Die Dauer der Belichtung wirkt im gleichen Sinne, wie die Intensität. Es findet aber keine Proportionalität zwischen beiden Grössen statt.

3. Mit der Empfindlichkeit der Platte wächst die Irradiation gleichfalls.

4. Bei Verkleinerung der Objectivblende und gleichzeitiger entsprechender Vermehrung der Lichtstärke wurde nachgewiesen, dass die Irradiation um so bedeutender ist, je kleiner die Blende.

5. Eine Vorbelichtung der Platte übt auf die Grösse des Bildes einen Einfluss aus. Auf bereits belichteten Platten entsteht ein kleineres Bild (kleinere Irradiation) als auf frischen.

Die Erklärung aller dieser Erscheinungen findet Angot in der Beugung der Lichtstrahlen an den Rändern des Objectives, worin ihm Weinek beistimmt[2]) und Stokes[3]) gibt an, dass die photographischen Objective wohl auf Gelb und Violett corrigirt sind, aber nicht für rothe Strahlen etc., welche als schwacher Lichtsaum um das eigentliche Bild auftreten. — Ueber die Wirkung staubiger oder trüber Objectivgläser s. S. 94, Anmerkung.

---

und das Bild eines glühenden Platindrahtes darauf wirft. Hierbei wird der Einfluss durch die Unvollkommenheit der Objective beseitigt (Lindsay und Ranyard a. a. O.).

1) Journ. de Phys. VI, S. 233. Beiblätter z. d. Annal. d. Physik und Chemie. 1877. I, S. 563.

2) Weinek schreibt in seinem Werke „Die Astronomie in der messenden Photographie“ 1879: „Eine dem Astronomen wohlbekannte Thatsache ist, dass bei ruhiger Luft und starker Vergrösserung das Bild eines Sternes im Focus von Refractor oder Teleskop kein Punkt, sondern je nach grösserer oder kleinerer Oeffnung des Objectives ein kleineres oder grösseres Scheibchen ist, umgeben von hellen Ringen, die bald bis zur Unsichtbarkeit abtonen (Beugungsringe). Betrachtet man statt des Lichtpunktes eine Lichtlinie, so treten zu beiden Seiten derselben ähnliche Helligkeits-Maxima und Minima auf, gegen die Enden zu aber tont die Helligkeit des Bildes ab und sinkt darüber hinaus stetig bis zum Werthe Null. Denken wir uns die Lichtlinie successive breiter werdend, so hören die Maxima und Minima endlich auf sich zu unterscheiden und die Abtonung wird eine continuirliche, wie an den Enden der erwähnten Lichtlinie. Diese Umstände zeigen sich nun auch bei dem Bilde einer leuchtenden Scheibe, also der Sonne“. Dies wirkt auf die Durchmesser der Sonnenscheibe ein, so dass die Photographien variable Durchmesser erhalten (vergl. auch Hasselberg, „Bearbeitung der photogr. Aufnahmen im Hafen Possiet“ 1877).

3) Proc. Royal. Soc. Bd. 34, S. 63. Naturforscher. 1882. S. 388.

Eine sehr interessante Studie über das Ausbreiten von Sternbildchen auf photographischen Platten von Max Wolff findet sich in der „Photogr. Correspondenz“ (1892).

Eine eigenthümliche Art von Hofbildung, welche auf eine chemische Ursache zurückzuführen ist, zeigt sich im nassen Collodion-Verfahren mit saurer Eisen- oder Pyro-Entwickelung; dieselbe beruht auf einer seitlichen Ausdehnung oder auch Verschiebung der chemischen Zersetzung der Silbersalze (sogen. Extension der chemischen Einwirkung s. dieses Heft S. 48.

Folgendes Experiment wird die Sache klar machen:

Stellt man eine Camera auf einem weissen Papierbogen scharf ein und zieht beim Aufnehmen den Cassettenschieber successive auf, so dass die Platte streifenweise, z. B. um 5, 10, 15, 20, 25, 30 Secunden u. s. w. belichtet worden ist und entwickelt (nasses Collodion-Verfahren), so erhält man eine Platte, in der jeder einzelne den Streifen sich als ungleichmässig gefärbt darstellt. Die Seite, welche nach den kürzer belichteten Theilen hin liegt, erscheint nämlich dunkler, die andere heller [1]).

Der Grund mag der sein, dass die stärker belichteten Streifen sehr viel Silber anziehen und somit weniger für die benachbarten, schwächer belichteten Theile überlassen, während jene Seiten, welche noch kürzer belichtete Streifen zur Nachbarschaft haben, mehr Silber in der darüberfliessenden Lösung vorfinden.

Fig. 40.

Fig. 41.

Hofbildung.

Nimmt man eine ganz dunkle Scheibe auf mässig hellem Hintergrunde auf, so erscheint ein heller Rand um den dunklen Gegenstand — also eine dem eigentlichen Lichthofe entgegengesetzte Erscheinung. Fig. 40 zeigt das Bild einer hell beleuchteten Scheibe auf dunklem Grunde (die Figur stellt eine positive Copie nach dem mit Lichthof behafteten Negativ dar). Fig. 41 zeigt aber den hier erwähnten hellen Rand um dunkle Gegenstände. Man hat auch bemerkt, dass sich ein Lichtschein um eine Person abbildete [2]).

Der Grund dieser beim nassen Collodion-Verfahren mitunter auftretenden Erscheinung liegt darin, dass sich an den Kanten der durchsichtigen Stellen dichtere Silberniederschläge ausscheiden. Der Ueberschuss an Silbernitrat, welcher an den durchsichtigen Stellen bei der Entwickelung disponibel bleibt, lagert an den zunächst liegenden Partien Silbermoor reichlicher ab, als im Innern der hellen Fläche (Fink und Schrank [3]). Dieselbe Erklärung gibt Marlow [4]), welcher diese Erscheinung „mechanische Halation“ nennt.

Ueber die seitliche Verbreiterung des Bildes während der Entwickelung s. diesen Band, S. 48.

1) Phot. Mitth. 1869. Bd. 6, S. 27.
2) Riewel, Phot. Corresp. 1868. S. 51.
3) Phot. Corresp. 1868. S. 51.
4) Phot. Archiv. 1868. S. 249.

## ACHTES CAPITEL.

# DIE DAGUERREOTYPIE.

Literatur:

Die erste Mittheilung über Daguerre's Erfindung machte Arago der französischen Academie der Wissenschaften am 7. Januar 1839; die vollständige Veröffentlichung geschah am 19. August 1839, worüber sich in den Comptes rendus ausführliche Berichte vorfinden. Vergl. auch Bd. I, Erste Hälfte dieses Werkes: „Geschichte". — Daguerre, Historique et description des procédes du Daguerreotype et du Diorama. Paris, Susse frères. 1839. — A. Martin, Repertorium der Photographie. 1846 und 1848. — Lerebours, Traité de Photographie. 1843. — Uhlenhut, Practische Anleitung zur Daguerreotypie. 1845. — Pauly, Gegenwärtiger Standpunkt der Daguerreotypie. 1843. — Albinus, Der vollkommene Daguerreotypist. 1844. — Gaudin et Lerebours, Derniers Perfectionnements apportés au Daguerreotypie. 1842 — Gaudin, Instruction pour le Daguerreotype. 1844; 1852. — Baxter, Photography. 1843. — Buron, Description de Daguerréotype. 1842. — Chevalier, Daguerreotypie. 1844; 1854. — Dörffel, Beschreibung der Daguerreotyps. 1843. — Fischer, Photogenic manipulation. 1843. — Haley, The Daguerreotyp. operator. 1854. — Snelling, The history and practice of the art of photography. 1849; 1850; 1859. — Lüdgers, Das Daguerreotyp. 1839. — Valicourt, Photographie sur métal etc. 1851.

Obschon das Daguerreotyp-Verfahren als veraltet gilt, soll es hier dennoch beschrieben werden. Die Daguerreotypen zeigen eine Zartheit, Feinheit und Naturwahrheit, wie sie durch kein anderes Verfahren übertroffen wird. Allerdings ist die geringe Empfindlichkeit der Platten hinderlich, das Betrachten der Bilder beim reflectirten Licht unangenehm; die Correctheit der Zeichnung, die Abwesenheit jeder unregelmässigen Verzerrung der Schicht, welche sonst oft eintritt (s. S. 48), ist bei den Daguerreotypen unerreicht.

### I. Zur Theorie des Daguerreotyp-Verfahrens.

Die älteste Theorie der Entstehung des latenten Lichtbildes auf Daguerreotypplatten, sowie dessen Entwickelung mit Quecksilberdämpfen bestand darin, dass man annahm, „das Jodsilber wird im Lichte zu

metallischem Silber reducirt, dieses nimmt Quecksilberdämpfe unter Bildung eines weissen, matten Silberamalgams [1]) auf und bildet die weissen Stellen, während das unveränderte Jodsilber beim nachfolgenden Fixiren entfernt wird".

Diese Ansicht hatte Arago 1839, kurz nachdem er Daguerre's Verfahren kennen lernte, ausgesprochen [2]); später Bayeux [3]) u. A. Die dunklen Stellen glaubte man durch die Politur des Silbers hervorgebracht und Schwerd und Eisenlohr [4]) gaben an, dass in der That eine Daguerreotypie positiv erscheine, wenn man das Bild eines dunklen Gegenstandes darauf reflectirt, dagegen negativ, wenn man das Bild eines hellen Gegenstandes reflectirt.

Eine mit Jod geräucherte Silberplatte (Daguerreotypplatte) erleidet, wie Donné 1839 fand [5]), durch Lichtwirkung eine bedeutende Aenderung der Structur, indem die vom Licht getroffenen Stellen pulverig werden und durch sanftes Reiben mit Baumwolle sich entfernen lassen, (Donné) und auch Schultz-Sellack beobachteten eine rein physikalische Veränderung jodirter Schichten von metallischem Silber (vergl. Bd. I, Erste Abth., S. 157). Claudet und Gaudin machten gleichfalls diesbezügliche Beobachtungen [6]).

---

1) Dass die Bildstellen in der That Quecksilber (in Form von Tröpfchen) enthalten, ist zweifellos. Brongniart mass 1839 sogar mikroskopisch diese Kügelchen und fand einen Durchmesser von 0,08 mm. Claudet zeigt, dass das Quecksilber wirklich vom Bilde beim Erhitzen in hinreichender Menge verflüchtigt werden kann, um ein zweites darüber gelegtes latentes Bild zu entwickeln. — Trotzdem wiegt das aufgenommene Quecksilber sehr wenig. Pelouze fand, dass eine entwickelte und fixirte Daguerreotypplatte weniger wiegt, als zu Beginn der Operation; beim Fixiren wird also jedenfalls mehr Silber entfernt, als Quecksilber dazu kam.

2) Gelegentlich Arago's Bericht über Daguerre's Verfahren (s. Lerebours, Historique et description du Daguerréotypie. 1839. S. 19).

3) Journ. Chemie médicale. 1840. No. 1. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 76, S. 120.

4) Augsburger Allgemeine Zeitung. 4. Oct. 1839. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 74. S. 201.

5) Compt. rendus. 1839. Bd. 9, S. 376.

6) Claudet fand, dass die Oberfläche einer Jod-Daguerreotypplatte durch Belichtung geändert wird, indem sich ein weisser Niederschlag erzeugt, der in unterschwefligsaurem Natron nicht verschwindet, mit dem Mikroskope untersucht das Aussehen von lichtbrechenden Krystallen hat und mit blossem Auge besehen, die Erscheinung eines positiven Daguerreotypbildes macht. Man kann durch die verlängerte Einwirkung des Lichtes allein (ohne Quecksilber) Bilder erhalten, welche dasselbe Aussehen haben, wie jene unter Quecksilberdampf entwickelten. (Von Gaudin bestätigt; Jahresber. f. Chemie. 1848. S. 225.)

Das reine Sonnenlicht führt in beiläufig 2 bis 3 Secunden die sichtbare Zersetzung des Jodbromsilbers herbei, indem der weisse Niederschlag entsteht. Lange aber bevor der Lichteindruck sichtbar ist, kann man mit Quecksilberdampf das unsichtbare Bild entwickeln, nämlich in $^1/_{1000}$ Secunde. Claudet meinte, beide Processe seien verschieden; indem nach sehr kurzer Lichtwirkung wohl schon eine Attraction

Donné stützte darauf seine mit der ursprünglichen Arago'schen Theorie in Widerspruch stehende Theorie der Entstehung des latenten Lichtbildes; er nahm an, durch die Lichtwirkung werde der Zusammenhang der Jodsilberschicht gelockert (pulverig), so dass die Quecksilberdämpfe bis zur metallischen Silberplatte eindringen, während die nicht belichtete Jodsilberschicht infolge ihrer gleichmässigen Dichte das Silbermetall vor der Einwirkung der Quecksilberdämpfe schützt. Dieser Theorie trat in der Hauptsache Claudet bei, wie in der Note 6 ausgeführt ist.

Vergleichen wir damit die interessanten Versuche Moser's über die Theorie des Daguerreotypprocesses[1]). Er erklärte, die Lichtwirkung auf Daguerreotypplatten sei kein chemischer Process und die dadurch bewirkte Condensation von Dampf ganz analog wie die Hauchbilder (ausführlich Bd. I, Erste Abth., S. 182). Moser[2]) fand nämlich, dass Licht nicht nur die Condensation von Quecksilberdampf, sondern auch von Wasserdampf bewirkt, welcher letztere allerdings rasch wieder verdunstet; auch Wasserdämpfe kehren das Bild um, ähnlich wie Quecksilber. Auch reines Silber, Kupfer, Glas verändern sich im Lichte nach 1 bis 2 Stunden derartig, dass man Bilder durch Quecksilber, Jod oder Wasserdampf erhält; allerdings muss man unverhältnissmässig länger als mit Jodsilber belichten (vergl. Bd. I, Erste Abth., S. 182).

Diesen Theorien nähert sich jene von Besseyre, welcher glaubte, das Jodsilber werde durch das Licht in einen anderen Molecularzustand („in einen isomeren Körper") übergeführt, welcher Quecksilberdämpfe verdichtet[3]). Testelin nahm eine moleculare Aenderung des Jodsilbers an und suchte die Attraction von Quecksilber als ein elektrisches Phänomen zu erklären[4]) (vergl. Bd. II, S. 46).

Später wendete man sich namentlich infolge der Untersuchungen von Choiselat und Ratel im Jahre 1843 wieder von der Annahme der physikalischen Lichtwirkung ab und nahm wieder an[5]), dass das Silberjodid der Daguerreotypplatte chemisch zersetzt werde und zwar 1. unter Bildung von Silberjodid, während Jod ausgeschieden und von der Silberplatte wieder aufgenommen wird ($2\,AgJ = Ag_2J + J$). 2. Silberjodid bildet nach Choiselat und Ratel in Berührung mit Quecksilberdampf, Queck-

---

für Quecksilberdämpfe vorhanden sei, welche aber durch rothe oder gelbe Strahlen wieder aufgehoben werden könne; nach 2 bis 3 Secunden aber trete die sichtbare Veränderung (Zersetzung) des Jodsilbers ein und dies sei die Basis des eigentlichen Daguerreotypprocesses. (Philosoph. Magaz. Bd. 32, S. 199. Fortschritte d. Physik. 1848. S. 194. Jahrb. für Chemie. 1848. S. 225. Liverpool phot. Journ. 1857. 364. Kreutzer, Jahresber. 1857. 473.)

1) Poggendorff's Annal. d. Physik. 1842. Bd. 56, S. 177; Bd. 57, S. 1 und 23; Bd. 58, S. 105; Bd. 59, S. 155.

2) Moser führt als Beweis den Versuch Draper's an, der eine jodirte Silberplatte mit feuchtem Stärkepapier in die Sonne brachte; die Jodsilberplatte wurde dunkelgrün, verrieth aber nicht die geringste Spur freies Jod (Poggendorff's Annal. Bd. 56, S. 190).

3) National, 2. Oct. 1839; Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 74, S. 199.

4) Testelin, Essai de théorie sur la formation des images photographiques rapportée à une cause electrique 1860. Daselbst wird angenommen, die Molecüle des Jodsilbers erhalten eine elektrische Polarität und das Quecksilber schlägt sich auf den afficirten Partien nieder, wie ein leichter Körper von einer elektrischen Fläche angezogen wird.

5) Compt. rend. 1843. Bd. 16, No. 25; Bd. 17, No. 4. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 89, S. 311 und 359.

silberjodür und metallisches Silber ($2\,AgJ + 2\,Hg = Hg_2J_2 + 2\,Ag$). Danach würde also auch das nicht belichtete Jodsilber durch Quecksilber zersetzt, aber in anderer Weise, als das Subjodid; 3. Silbersubjodid bildet nämlich in Berührung mit dem durch die vorhin erwähnte Reaction entstandenen Quecksilberjodür, metallisches Quecksilber und Silber ($2\,Ag_2J + 2\,Hg_2J_2 = 3\,HgJ_2 + Hg + 4\,Ag$).

Die nicht belichteten Stellen bestehen nach dem Behandeln mit Quecksilberdampf aus Quecksilberjodür und feinzertheiltem, schwarzem metallischen Silber. Bei den belichteten Stellen wirkt aber das durch Wechselwirkung von dem auch hier noch in kleiner Menge vorhandenen Silberjodid[1]) entstandene Quecksilberjodür auf das durch die Lichtwirkung entstandene Silbersubjodid und bildet nun Silber und Quecksilber, welche sich zu einem weissen Amalgam vereinigen. Beim Fixiren mit unterschwefligsaurem Natron löst sich das Quecksilberjodid ganz auf und lässt an den Lichtstellen weisses Silberamalgam zurück; an den Schattenstellen löst es das Quecksilberjodür auf[2]) und dunkles fein zertheiltes Silber bleibt zurück.

Mit der Annahme einer chemischen Zersetzung im Lichte lässt sich auch die Thatsache erklären, dass das Jodsilber der Daguerreotypplatten nach längerer Lichtwirkung unlöslich in unterschwefligsaurem Natron; durch die Theorie der physikalischen Aenderung des Jodsilbers lässt sich dieses Factum nicht erklären.

Becquerel legt aber in seinem Werke „La lumière" 1868 (Bd. 2, S. 175) wieder grossen Werth auf die physikalische Theorie, unter Anderem, weil die Condensation von Quecksilber viel grösser ist, als der Quantität des entstandenen Silbersubjodids entsprechen würde. Auch Hardwich nahm eine moleculare Umwandlung (keine chemische Zersetzung) des Jodsilbers an[3]).

Verfasser glaubt, es dürfte vielleicht sowohl eine chemische als physikalische Lichtwirkung im Vereine das Daguerreotyp erzeugen.

Dämpfe von Jod, Chlor oder Brom zerstören das latente Lichtbild der Daguerreotypplatte vollständig; nach dieser Behandlung entwickelt eine exponirte Platte mit Quecksilberdampf kein Bild mehr. Selbst wenn das Licht schon so stark gewirkt hatte, dass sich die Schicht dunkel färbt, zerstört Jod etc. die Entwickelungsfähigkeit des Bildes (Gaudin[4]). G. Shaw und Percy, welche sich eingehend mit dieser Erscheinung beschäftigten[5]), fanden, dass eine Daguerreotypplatte, auf welcher durch diese Behandlung das Lichtbild zerstört wurde, wieder geeignet ist, ein Lichtbild aufzunehmen, welches sich mit Quecksilber entwickeln lässt.

Diese Erscheinung erklärt sich ungezwungen durch die Annahme, das Silberjodid ($AgJ$) geht im Lichte in Silberjodid ($Ag_2J$) über und wird durch Jod wieder in das normale Jodid ($Ag_2J + J = 2\,AgJ$) übergeführt. Dagegen ist die Thatsache schwer zu erklären, dass eine exponirte Daguerreotypplatte nach mehrmaligem Anhauchen im Quecksilberdampf kein Bild mehr entwickelt, wie Daguerre[6]) beobachtet hatte.

---

1) Nach Choiselat und Ratel hängt die Güte des Daguerre'schen Bildes davon ab, dass auch an den Lichtstellen sich noch ein wenig eingesetztes Silberjodid vorfindet.

2) Und zwar unter Spaltung in Quecksilberjodid und metallisches Quecksilber, so dass minimale Spuren von Quecksilber erst beim Fixiren an den Schattenstellen gelangen.

3) Hardwich's Manual der phot. Chemie. 1863. S. 37.

4) Compt. rend. 1841. Bd. 1, S. 1187. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 81, S. 362.

5) Philosoph. Magazine. Dec. 1843. Hunt's Photography. 1851. S. 192.

6) Comptes rendus 1843. 11. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 88, S. 133.

Hier ist noch ein Beispiel zu erwähnen, dass eine versilberte und bromirte Platte sich rein chemisch entwickeln lässt:

Eine Kupferplatte mit Cyansilberkalium versilbert und mit Kupferbromid (5proc. Lösung durch einige Minuten) sensibilisirt, getrocknet und unter einem Negativ oder in der Camera 5 bis 6mal länger als eine nasse Collodionplatte exponirt, dann mit alkalischem Pyrogallol- oder Oxalat-Entwickler entwickelt und mit Cyankalium fixirt, gibt ein gutes Positiv (Waterhouse[1]). Auch auf einer gewöhnlichen Kupferplatte (ohne Versilberung) erhält man bei dieser Behandlung Bilder. In diesem Falle ist nun die Annahme einer chemischen Lichtwirkung zulässig; allerdings liegen hier keine eigentlichen Daguerreotypplatten vor. Dass sich aber eine gewöhnliche Daguerreotypplatte mit Pyrogallol entwickeln lässt, hatte schon Kingsley gezeigt[2]).

## II. Die Ausübung des Daguerreotyp-Verfahrens.

### A. Wahl der Metallplatten und Reinigung derselben.

Das Material, worauf das Daguerreotyp erzeugt wird, ist entweder eine Silberplatte[3]) oder zumeist eine stark versilberte Kupferplatte[4]); auch Silberpapier[5]).

Die Platten sollen vollig plan sein, eine hohe Politur[6]) besitzen oder leicht annehmen und frei von kleinen Poren sein.

---

1) Bull. Assoc. Belge de Phot. 1882. S. 349. Phot. Mitth. Bd. 19, S. 21. Phot. News. 6. April. 1882.

2) Nach Simpson's Bericht in Phot. News. 1865. Sept. S. 421, und Reissig's Referat in Phot. Corresp. 1866. S. 87. Kingsley nahm eine exponirte Daguerreotypplatte und goss darüber eine Lösung von Pyrogallol (alkalisch? oder sauer mit Silbernitrat?), welche das Bild mit allen Details entwickelte.

3) Geglühtes Silberblech jodirt sich 5mal rascher als gehämmertes (Besseyre, National. 2. October 1839. Dingler's Polyt. Journ. 1839. Bd. 74, S. 199).

4) Anfangs wurden silberplattirte Kupferplatten verwendet, nämlich sogen. Silberplaqué. Jedoch erkannte man auch die galvanisch versilberten Platten als sehr brauchbar (Kilburn, Philos. Magaz. Bd. 32, S. 541; Fortschr. d. Physik. 1848. S. 196; Boué, Compt. rend. Bd. 24, S. 466) und diese fanden wegen ihrer grösseren Billigkeit später mehr Anwendung.

5) Silberfolien auf Carton (Raifé, Compt. rend. 1840. Dingler's Journ. Bd. 77, S. 159).

6) Um hohe Politur zu bekommen, copirte man sorgfältig polirte Kupferplatten galvanoplastisch; oder versilberte Glasplatten, schlug galvanisch Kupfer nieder und hob die Schicht ab (Englische Patente 1852 und 1855; Power, Abridgements Specif. Patent. I, S. 20; Petitjean und Pêtre, ibid. I, S. 44.

### B. Umbiegen der Platten.

Damit die Platte das Putzbrett nicht zerreise, müssen die Ecken umgebogen werden. Man legt dieselbe, das Kupfer nach unten, an den Rand eines Tisches, biegt mit einem scharfkantigen Instrumente die überspringenden Ecken nach innen und schlägt dieselben dann platt. Diese übrigens leicht auszuführende Arbeit lässt sich durch kleine sinnreiche Instrumente noch bedeutend erleichtern.

### C. Putzen und Poliren der Platten.

Das Putzbrett (Fig. 42) besteht aus einem ebenen Holzbrettchen, welches mit Tuch überzogen ist und an seinen Ecken vier Klemmschrauben hat, welche die Platte in fester Stellung halten. Da zwei dieser Schrauben beweglich sind, kann man auf demselben Brettchen Platten von verschiedener Grösse putzen. Man muss das Brettchen fest an den Tisch schrauben, um ein ungleiches Putzen zu vermeiden. Die Häkchen, welche die Platte festhalten, sollten aus reinem Silber bestehen, damit kein fremdes Metall die Oberfläche des Silbers verunreinige.

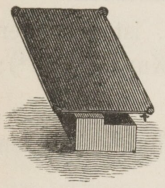


Fig. 42. Putzbrett.

Nachdem die Platte auf das Putzbrett gelegt ist, wird sie geputzt, indem man sie mit feingepulvertem Tripel bestreut. Eine Fingerspitze voll genügt für eine Viertelplatte. Man fügt 10 bis 20 Tropfen Alkohol von 38 Grad hinzu und vertreibt beides auf der Platte mit einem Bäuschchen wohlgereinigter weisser und gekrempelter Baumwolle, bis die Platte trocken geworden ist. Dann nimmt man ein anderes Baumwollbäuschchen und putzt den Tripel ganz weg. Man muss sich dabei in Acht nehmen, die Platte mit schwitzenden Fingern zu berühren, und so lange das Reiben fortsetzen, bis die Baumwolle von einem metallischen Silberanfluge beschmutzt scheint. Zuletzt putzt man die Platte mit frischer Baumwolle und Polirroth. Ob das Putzen gut ausgeführt ist, erkennt man beim Anhauchen der Silberfläche, welche dadurch ein feingekörntes, regenbogenfarbiges Aussehen erhalten muss und keine Spuren des Wischens zeigen darf.

Die wesentlichsten Punkte beim Putzen sind: 1. dass die Baumwolle nicht warm wird und die Hand um so viel leichter aufdrückt, je länger man geputzt hat; 2. dass beim Anhauchen kein Speichel auf die Platte fällt, weil dann das Putzen von vorn beginnen müsste.

So schwierig aber auch das Putzen der Platten erscheint, darf man doch behaupten, dass sich bei einiger Uebung eine halbe Platte recht wohl in drei Minuten vollkommen putzen lässt.

Zum Putzen der Platten wurden alle erdenklichen Stoffe vorgeschlagen. — Daguerre bestreute die Platte bei seiner alten Methode (1839) mittels eines Muslin-Beutels mit feinstem geschlämmten Bimsstein und rieb sie mit in ein wenig Olivenöl getauchter Baumwolle wiederholt. Um das Oel zu entfernen rieb er dann mit Bimsstein und trockener Baumwolle, hierauf mit etwas verdünnter Salpetersäure (1:16) und schliesslich nochmals mit Bimsstein. Die Platte wurde dann über einer Spirituslampe erhitzt bis die Oberfläche weisslich wurde und nochmals mit Bimsstein polirt. In einer späteren Abhandlung (Compt. rend. 22. April 1844; Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 92, S. 284) empfahl Daguerre ein äusserst complicirtes Verfahren: Nämlich Abreiben mit Tripel, Engelroth, Quecksilbersublimat-, Cyanquecksilber-, Chlorgold- und Chlorplatin-Lösung (vergl. auch Martin's Handbuch d. Phot. 1851. S. 50). — Bimsstein wurde später als zu scharf aufgegeben und Tripel, gebranntes Knochenpulver, Wiener Kalk (gebrannter Kalk) Englischroth (Polirroth) angewendet. Man rieb meistens mit Tripel oder Knochenmehl und Olivenöl mittels Baumwolle ab und beseitigte das Oel mittels Wolle, Alkohol und Tripel etc., indem man darauf achtete, dass der Brei nicht eintrocknete; schliesslich wurde mit feinem Pulver und Wolle trockengeputzt. — Andere benutzten statt des fetten Oeles: Terpentinöl, Weingeist, Lavendelöl. Namentlich Lefèvre und Foucault empfahlen Poliren mit Bimsstein und einigen Tropfen nicht rectificirtem Terpentinöl und schliessliches Abreiben mit Stärkemehl. Sie verwendeten die Platten unmittelbar, ohne weiteres Poliren; die dünne zurückbleibende Harzschicht erklärten sie für günstig, d. i. als Gegenmittel gegen „Bromschleier" (Compt. rend. 1843. 2. Sem. No. 6. Dingler's Journ. Bd. 89, S. 421). — Die Flüssigkeiten, die nach dem ersten Abschleifen verwendet werden, haben einen Einfluss auf den Charakter des Bildes. Verdünnte Salpetersäure soll am ungünstigsten, Salpeteräther sowie Terpentinöl am besten wirken (Martin's Repertorium d. Phot. 1849. II, S. 32). — Tripel und Wasser und eine mit Filz überzogene Holzscheibe (Fig. 43 und 44) empfahl Uhlenhut (Anweisung z. Daguerreotypie. 1849. S. 10); es musste aber ein Poliren nachfolgen.

Als Platten-Putzmaschinen verwendete man rotirende Filzscheiben oder Sammetwalzen (z. B. Monson 1854, Abridgements of Patent. Specific. Phot. 1861. S. 36; vergl. auch Ergänzungsheft zu Bd. I dieses Handbuchs).

Die geputzte Platte muss dann polirt, d. h. die matte Schicht muss glänzend werden. Man bedient sich dazu zweier Polirbretter (Fig. 45). Dies sind Bretter mit Handhabe, welche mit Tuch und Damhirschleder überzogen sind. Sie sind etwas breiter als die Platte und etwa 60 cm lang.

Es ist unmöglich, eine Platte mit einem neuen Polirbrett gut zu poliren. Um dasselbe zum Poliren geeignet zu machen, überzieht man es mit einem Ueberschuss von sehr feinem Polirroth und reibt 10 bis 20 Minuten eine Platte damit. Besitzt man ein schon gebrauchtes Polirbrett, so reibt man die Platte, bis sie eine glatte schwarze Fläche zeigt.

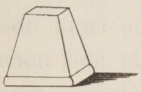


Fig. 43.

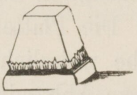


Fig. 44.

Putzballen.

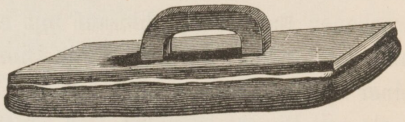


Fig. 45.
Polirbrett.

Man muss in der Längsrichtung der Platte reiben, dann in der entgegengesetzten und endlich aufhören, wo man anfing. Die Oberfläche wird darauf mit dem zweiten Polirbrett aus Damhirschleder ohne Polirroth glänzend gemacht. Die so polirte Platte wird in einen Plattenkasten gesetzt, um noch an demselben Tage verwendet zu werden.

### D. Das Jodiren der Platten.

Um die Silberplatte empfindlich zu machen, wird sie den Dämpfen von Jod oder Gemischen von Jod mit Brom und Chlor ausgesetzt. Anfangs verwandte man Jod allein [1]). Später erkannte man, dass Bromjod [2]),

---

1) Bei Daguerre's erstem Verfahren (1839) wurde bloss Jod allein angewendet und die Silberplatte nur Joddämpfen ausgesetzt. Die Silberplatte wird beim Jodiren zuerst gelb, dann nacheinander rosenroth, roth-violett, grünlich-blau. Bei fortgesetztem Aussetzen den Joddämpfen wiederholen sich die Färbungen zweimal in derselben Reihenfolge (Schicht 2. und 3. Ordnung). Daguerre jodirte zuerst (1839) bis zum Goldgelb, später (1844) bis zu einem ins Violett stechenden Rosenroth 1. Ordnung; die grünblaue Schicht ist nach Daguerre sehr unempfindlich. Nach Claudet sind die Schichten 2. Ordnung viel empfindlicher als die 1. und 3. Ordnung (Compt. rend. 1847. No. 25. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 107, S. 159). — Baden in alkoholischer Jodtinctur ist schlecht, jedoch Aussetzen den Dämpfen gewässerter (weingelber) Jodtinktur sehr gut, weil die Jodirung in 1 bis 2 Minuten, nach Daguerre's Verfahren aber in 5 bis 30 Minuten, beendigt ist (Ascherson 1839, Poggend. Annal. Dingler's Journ. Bd. 75).

2) Bromjod im Daguerreotyp-Process wurde von Goddard am 12. December 1840 in einem kurzen Briefe in der „Literary gazette" erwähnt und die schnelle Wirkung des Bromjodes bekannt gemacht. Claudet las in der Royal Soc. am 10. Juni 1841 seine Note, worin ebenfalls die günstige Wirkung des Bromjodes besprochen und die genaue Zusammensetzung dieser Substanz, auf welche viel ankommt, mitgetheilt wurde. Aus diesem Grunde wurde von Manchem (aber mit Unrecht) die Priorität der Einführung des Bromjodsilbers in die Photographie Claudet zugeschrieben.

Zur Darstellung von Bromjod trug man Jod so lange in flüssiges Brom ein, bis die ganze Masse fest wurde. 1 Theil davon in 100 Theilen Wasser gelöst diente zum

Bromchlor[1]) oder Chlorjod[2]) empfindlichere Platten als Jod allein gibt. Diesen Dämpfen wurden die Silberplatten entweder unmittelbar[3]) oder nach vorhergegangener Jodirung[4]) ausgesetzt.

Sehr klare und empfindliche Platten erhält man, wenn man die Platte zuerst Jod-, dann Brom- und schliesslich wieder Joddämpfen aussetzt[5]), ein Vorgang, der 1848 von Laborde empfohlen[6]) wurde und sich bald Eingang verschaffte.

Ausser Brom und Chlor wurden noch viele andere Substanzen als Beschleuniger jodirter Platten empfohlen[7]).

---

Jodiren (Fortin, Technologiste. 1844. S. 356. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 93, S. 213). Gaudin mischte Brom und alkoholische Jodtinctur.

1) Kratochwilla, October 1840 (Dingler's Journ. Bd. 81, S. 149).

2) Chlorjod wurde 1841 von Claudet (Mai 1841, Dingler's Journ. Bd. 82, S. 239), Kratochwilla (April 1841, Dingler's Journ. Bd. 81, S. 149), Goddard (Februar 1841, Phot. Archiv. 1864. S. 125) empfohlen; es gibt empfindlichere Schichten als Jod allein, aber nicht so empfindliche als Jodbrom, gibt aber kräftigere Bilder als letzteres. Gute Resultate erhält man nur bei sorgfältiger Darstellung des Präparates. Am besten ist doppelt Chlorjod, welches man durch Ueberleiten von Chlor über Jod erhält bis die anfangs flüssige Verbindung erstarrt. Vor dem Gebrauche löst man in der 100fachen Menge Wasser auf. Die Lösung soll bei Gegenwart von Schwefelsäure am haltbarsten sein (vergl. Heeren, Martin's Handb. d. Phot. 1851. S. 64. Dingler's Journ. Bd. 101, S. 29). Man kann damit sofort die Silberplatte bis ins Bläuliche dämpfen, aber es ist besser, früher mit reinem Jod zu jodiren.

3) Z. B. nach Fortin (Technologiste. 1844. S. 356. Dingler's Journ. Bd. 98 S. 213).

4) Sehr beliebt war es, die Platte zuerst Joddämpfen, dann erst Brom, Chlor, Bromjodid, Bromchlor oder Jodchlor auszusetzen, wodurch sie empfindlicher wurde. Zu starkes Bromiren gibt einen grauweissen Schleier („Bromschleier"; Lefèvre und Foucault, Compt. rend. 1843). Die „violett" jodirte Platte wurde über Bromwasser bromirt bis sie blau wurde (Fitzeau, Compt. rend. 1841. Dingler's Journ. Bd. 81, S. 365). Choiselat und Ratel empfahlen 1 Th. Brom gelöst in 2 Th. Bromoform (Compt. rend. 1843. No. 19. Dingler's Journ. Bd. 91, S. 78). Valicourt jodirte zuerst bis Dunkelgelb und setzte dann 25 bis 30 Secunden den Dämpfen von Bromjod aus oder jodirte rosenroth-violett und bromjodirte aber dann 60 bis 70 Secunden; das Bromjod wurde wie nach Fortin (Note 2, S. 117) dargestellt und 1:200 gelöst (Dingler's Journ. Bd. 93, S. 211. Technologiste. 1844). — Natterer (24. März 1841, Dingler's Journ. Bd. 81, S. 149) setzte zuerst Jod- dann Chlordämpfen aus. — Es wurden auch Geheimmittel verkauft, z. B. „Wolcott's amerikanische Mischung" (Bromchlor), „Guérin's ungarische Auflösung" ($Br + Cl + J$) u. a.

5) Dadurch soll der sogen. Bromschleier verhindert werden.

6) L'Echo du monde savant. 15. Aug. 1844.

7) Z. B. Chlorigsäure-Gas soll 180mal empfindlicher machen (Belfield und Lefèvre, Compt. rend. 1843. No. 17. Dingler's Journ. Bd. 90, S. 449). — Ammoniak (30 Secunden lang geräuchert) empfohlen von Hewet (London and Edinb. Philos. Magaz. Bd. 17, S 405. Dingler's Journ. 1845) und Nothomb (Dingler's Journ. 1846. Bd. 101, S. 24). Werden jodirte Silberplatten den Dämpfen von Chlor- oder Brom-

Die Meinung, dass die Feuchtigkeit beim Jodiren resp. Bromiren schade, voranlasste Bingham[1]) zur Einführung von Bromkalk, Chlorkalk etc., welche sich bald allgemein einbürgerten. Dieses Verfahren soll hier auch beschrieben werden.

Die Operation des Jodirens kann folgendermassen durchgeführt werden:

Der Kasten, welcher die flüchtigen Substanzen enthält, die zum Empfindlichmachen der Platte dienen, besteht aus einer Porzellanschale mit vorspringenden Rändern und verschiebbarem Deckel aus mattem Glase, eingeschlossen in einen Holzkasten, welcher die Platte aufnimmt. Wenn man den Glasdeckel wegzieht, kann die Platte der Einwirkung von Jod- und Bromdämpfen ausgesetzt werden. Fig. 46 zeigt den Daguerre'schen Kasten (*E* Rahmen für die Platte, *D* Schale für Jod, *J* Gasstoff, um die Dämpfe zu zertheilen, *C* Deckel, um die Joddämpfe

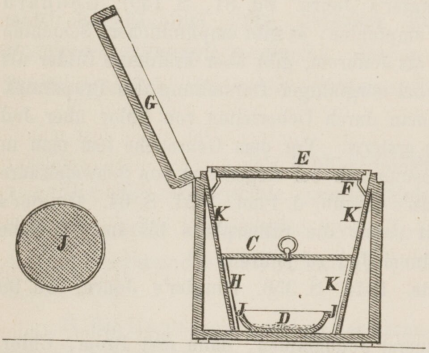



Fig. 46. Daguerre's Jodurungskasten.

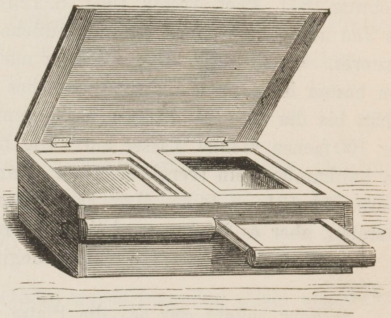


Fig. 47. Jodbromkasten.

ganz abzusperren). Fig. 47 zeigt einen Doppelkasten, mit zwei Schalen, wovon die eine Bromkalk[2]), die andere Jod enthält. Die Platte wird

schwefel ausgesetzt, bis sich die dunkelgelbe Farbe ins Röthliche verändert hat und dann in die Camera gebracht, so ist nach etwa 10 Secunden das Bild eines hellerleuchteten Gegenstandes noch nicht sichtbar; dasselbe entwickelt sich aber im Dunkeln von selbst, oder auch, wenn man die Platte erwärmt oder in schwaches Tageslicht bringt. Bei längerer Exposition in der Camera tritt das Bild schon dort hervor. Fixirt wird mit Fixirnatron Cyankalium (Natterer, Dingler's Journ. Bd. 125, S. 25. Fortschr. d. Physik. 1852. S. 348). Das Verfahren ist unempfindlich.

1) Philos. Magaz. 1846. S. 287. Dingler's Journ. Bd. 102, S. 225.

2) Bromkalk ist eine rothe Substanz mit starkem Bromgeruch, den man nicht einathmen darf. Der Bromkalk ist keine bestimmte Verbindung, denn der Kalk kann sich nur mit der Bromwasserstoffsäure zu Bromcalcium vereinen, sondern ein blosses Gemisch aus Kalk, Bromcalcium und einer besonderen Bromverbindung, die wahrscheinlich dem unterchlorigsauren Kalk entspricht. Wir lassen hier die Bereitungsweise des Bromkalks nach Monckhoven (Handb. d. Phot. 1865. S. 42) folgen. Sie ist ähnlich der ursprünglichen Bingham'schen Methode:

auf einen Holzrahmen gelegt, welcher in einem Falz sich verschieben lässt. Sie kann auf diese Weise ohne Mühe der auf einander folgenden Einwirkung von Jod und Brom ausgesetzt werden.

Die Schale muss etwas tief sein, damit eine ungleiche Einwirkung vermieden werde. Auf dem Boden der Schale wird eine Schicht von festem Jod [1]) (25 g auf eine Viertelplatte) mit einem Blatte dicken und gleichförmigen Löschpapiers bedeckt, welches sich mit Jod imprägnirt und dadurch die Einwirkung gleichmässiger macht [2]).

Nun wird die Platte auf den Holzrahmen gelegt und etwa 30 bis 50 Secunden (bis 3 Minuten) der Einwirkung des Joddampfes ausgesetzt.

---

Man übergiesst ungelöschten Kalk mit hinreichendem Wasser, um ihn vollständig zu löschen, dann schlägt man ihn durch ein Haarsieb und bringt ihn endlich in eine Flasche mit weitem Halse und eingeschliffenem Stöpsel. Wenn die Flasche ein Kilogramm gelöschten Kalks enthält, giesst man rasch 100 g Brom zu, dessen widerliche und gefährliche Dämpfe man sorgfältig meiden muss. Die sofort verschlossene Flasche wird einige Minuten tüchtig geschüttelt und das Gemisch 24 Stunden an einem kühlen Orte sich selbst überlassen. Dann öffnet man die Flasche und zerstösst die Klumpen mit einer Mörserkeule aus Porzellan oder Glas, um ein recht homogenes Gemisch zu bekommen. — Jetzt werden abermals 75 g Brom auf den Kalk geschüttet und alle eben beschriebenen Operationen wiederholt, bis man endlich die unter dem Namen Bromkalk bekannte röthliche Substanz erhält. Auf alle Fälle ist dabei am wichtigsten, dass man die Klumpen wohl zerstosse, um ein pulveriges Gemisch zu erzielen.

Der so bereitete Bromkalk wird in Flaschen mit eingeschliffenen Stöpseln verwahrt, die man nur öffnet, wenn man sich des Inhaltes bedienen will. Uebrigens hält sich diese Substanz auf lange Zeit.

Der Chlorbromkalk wurde früher (besonders von Le Gros) mit vielem Glück als beschleunigende Substanz verwendet.

Man erhält einen Chlorbromkalk von ausgezeichneter Wirkung, wenn man wie beim Bromkalk verfährt, aber 120 g Chlorbrom zum Kilogramm Kalk setzt, indem man das erste Mal 80 g, das zweite Mal 40 g nimmt. Die so erhaltene Substanz sieht dem Bromkalk überaus ähnlich.

Einige Operateure bedienten sich mit Vortheil des Bromkalks und der Brommagnesia, welche sie also bereiten:

Man mischt in einem Mörser aus Porzellan

200 g kohlensaure Magnesia

mit 800 g gelöschtem Kalk.

Diese Masse wird in eine Porzellanschale mit abgeschliffenen Rändern gebracht und mit Hilfe eines mattgeschliffenen Glases, welches als Deckel dient, hermetisch verschlossen. Auf das Gemisch stellt man Uhrgläser, in welche 100 bis 150 g Brom oder Chlorbrom gebracht werden, und überlässt das Ganze auf einige Tage sich selbst. Der Kalk absorbirt nun das Brom gänzlich und verwandelt sich in eine sofort brauchbare Chlorbromverbindung.

1) Oder Jodtinctur (S. 116, Note 1), Chlorjod (S. 117, Note 2).

2) Séguier tränkte Leinwand mit Jod, brachte darüber Pappendeckel an, durch welchen das Jod auf die Platte sehr gleichmässig wirkte (1840. Dingler's Journ. Bd. 75, S. 240).

Man betrachtet sie von Zeit zu Zeit bei ganz schwachem Tageslichte und nimmt sie heraus, sobald sie eine goldgelbe Färbung angenommen hat. Natürlich wird dies im Sommer rascher und im Winter langsamer vor sich gehen, zumal wenn die Temperatur sehr niedrig ist.

Jetzt wird die Platte auf den Bromkalk gebracht, dessen Bereitung wir oben angegeben haben. Man lässt diese Substanz einwirken, bis sich eine violette Färbung zeigt. Dies wird etwa 20 Secunden dauern. Uebrigens lernt man aus der Praxis, wie lange das Brom einwirken muss. Bei einem allzu langen Verweilen im Bromkasten wird das Bild vom Quecksilber nur langsam entwickelt.

Bei den beiden eben beschriebenen Operationen kann ein schwacher Lichtstrahl keinen nachtheiligen Einfluss ausüben, aber bei der folgenden Operation muss vollständige Dunkelheit herrschen, weil dann die Platte die höchste Empfindlichkeit erhält. Diese Operation besteht darin, dass man die Platte abermals etwa 30 Secunden den Joddämpfen aussetzt, wodurch sie eine stahlblaue Färbung erhält. Die Platte ist jetzt lichtempfindlich und wird sofort in die Cassette gebracht [1]), um exponirt zu werden. Sie bleibt jedoch länger als eine halbe Stunde empfindlich, und Manche gaben an, dass es sogar besser sei, eine halbe Stunde zu warten, bevor man sie exponirt und dass sie sogar mehrere Tage empfindlich bliebe [2]).

### E. Exposition [3]).

Vergl. Empfindlichkeit der verschiedenen Processe vorliegendes Heft, S. 69. [Ueber diesen Gegenstand s. ferner Bd. I, Erste Abth., S. 132.]

### F. Entwickelung des Bildes.

Nach der Exposition wird das Bild den Quecksilberdämpfen ausgesetzt. Fig. 48 und 49 zeigt den Daguerre'schen Entwickelungskasten, Fig. 50 eine andere Form.

Ein rechtwinkliger Kasten aus Nussbaumholz hat in seinem oberen Theile einen Falz, der im Winkel von 35 Grad geneigt ist. In diesen Falz lässt sich die Cassette *B* der Camera schieben. Etwa in der Mitte des Kastens, 15 cm von der Platte entfernt, befindet sich eine eiserne Schale *C*, welche ihn in zwei Theile theilt. Diese Schale enthält etwa 400 bis 600 g Quecksilber [4]). Darunter befindet sich eine Spirituslampe *D*,

1) Daguerre rieth, die jodirte Platte nicht über eine Stunde liegen zu lassen.

2) S. Draper (Philos. Magaz. 1840. S. 218. Dingler's Journ. No. 78, S. 120).

3) Draper hatte das erste Porträt mit einer einfachen 7 Zoll-Linse im Schatten 5 bis 7 Minuten, in der Sonne 20 bis 90 Secunden belichtet. Später brauchte man im Schatten etwa 30 bis 40 Secunden.

4) Pauer benutzte eine amalgamirte Zinkplatte (Dingler's Journ. 1843. Bd. 90, S. 78).

deren Flamme sich so regeln lässt, dass die Temperatur des Quecksilbers eine constante bleibt. Diese Temperatur wird durch ein Quecksilberthermometer *F*, dessen umgebogene Kugel sich in dem erwärmten Metall befindet, dessen Röhre aber aus dem Kasten hervortritt, nach aussen sichtbar gemacht. Ein gelbes Glas, welches sich an der Seite des Kastens befindet, macht es möglich, beim Scheine einer Kerze den Vorgang zu beobachten.

Man beginnt damit, das Quecksilber auf 50 bis 60 Grad C. zu erwärmen, dann wird die Cassette mit der Platte so in den Kasten gebracht, dass das Quecksilber und die Bildfläche sich einander gegenüber

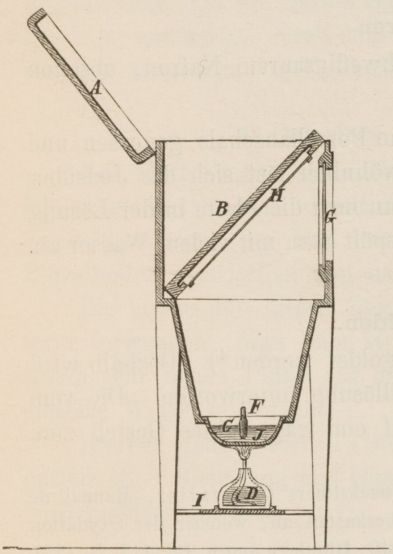



Fig. 48.

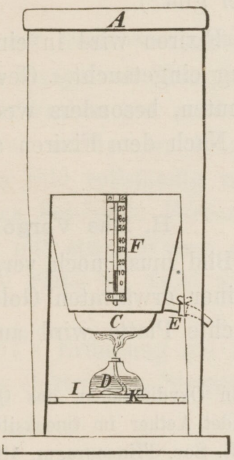



Fig. 49.

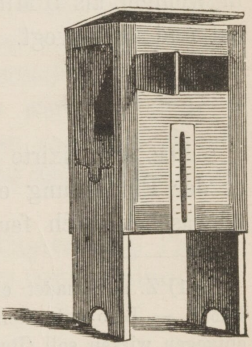


Fig. 50.

Daguerre's Quecksilberkasten. Quecksilberkasten.

befinden. Das Bild entwickelt sich gewöhnlich in zwei oder drei Minuten. Die längere oder kürzere Dauer der Entwickelung hängt von der Grösse der Platte und der Temperatur des Quecksilbers ab [1]). Eine Viertelplatte braucht zwei Minuten, eine ganze Platte sechs Minuten. Man soll das Hervortreten des Bildes erst nach Verlauf von 1 oder $1^1/_2$ Minuten beobachten, weil die Oberfläche desselben so empfindlich ist, dass das schwächste Licht genügt, um einen Schleier hervorzurufen. Wenn endlich die gewünschte Vollendung erreicht ist, nimmt man die Platte aus dem Kasten, um sie zu fixiren. Wenn die Expositionszeit zu lang gewesen ist, erscheint das Bild mit einem Schleier; war sie dagegen zu

1) Bei 10 Grad C. dauert es zwei Stunden (Claudet, L'Institut. 1842. Bd. 10, S. 442).

kurz, so haben sich allein die stark beleuchteten Theile des Gegenstandes abgezeichnet, während die Schatten nicht die nöthige Kraft zeigen (siehe unten).

Verschiedene Unreinigkeiten des Quecksilbers und Nebenbestandtheile stören die Entwickelung [1]). Anhauchen der Platte vor dem Entwickeln schadet dem Bilde sehr (Daguerre), wie Feuchtigkeit auch der Entstehung des Bildes in der Camera entgegenwirkt.

Man kann auch eine Daguerreotyp-Platte zugleich exponiren und entwickeln, wenn man in die Camera Quecksilberdämpfe bringt [2]).

### G. Das Fixiren.

Fixirt wurde meistens mit unterschwefligsaurem Natron, obschon es noch andere Mittel gibt [3]).

Die Lösung zum Fixiren wird in eine Porzellanschale gegossen und die Platte ohne Verzug eingetaucht. Gewöhnlich löst sich das Jodsilber in weniger als 5 Minuten, besonders wenn man die Platte in der Lösung auf und ab bewegt. Nach dem Fixiren spült man mit vielem Wasser ab.

### H. Das Vergolden.

Das nun fixirte Bild muss noch vergoldet werden [4]). Deshalb wird es der Einwirkung einer erwärmten Goldlösung unterworfen. Die vom Abwaschen noch feuchte Platte wird auf ein wagerechtes Gestell zum

---

1) Z. B. schadet ein Oxydhäutchen des Quecksilbers (Chevalier, Manual de Phot.). — Laborde wendet Aether im Quecksilberkasten an, welcher der Oxydation entgegen wirken soll (Bull. Soc. d'Encouragm. 1849. Dingler's Journ. Bd. 112, S. 123).

2) Claudet (1842; Dingler's Journ. Bd. 87, S. 237).

3) Daguerre gab als Fixation unterschwefligsaures Natron oder das weniger wirksame Kochsalz (in heisser Lösung) an. Gaudin: Cyansilber-Cyankalium (Compt. rend. 1853. Dingler's Journ. B. 91, S. 77). Prechtl fixirte durch Baden mit verdünntem Schwefelammonium, wobei nur die nicht amalgamirten Stellen grau wurden (Dingler's Journ. Bd. 76, S. 318). Draper legte die entwickelte Platte in Kochsalzlösung und berührte sie mit einem Zinkstab, wobei sofort die gelbe Farbe des Jodsilbers verschwand und das Bild fixirt wurde (Philos. Magaz. 1840. S. 217. Dingler's Journ. Bd. 78, S. 120).

4) Dies ist eine Erfindung Fizeau's; dadurch werden die Bilder haltbarer. Bevor dies bekannt war, suchte man den Schutz durch eine Dextrinschicht zu bewirken (Dumas). Fizeau empfahl 1840: 1 Th. Chlorgold und 500 Th. Wasser und 300 Th. unterschwefligsaures Natron und 500 Th. Wasser zu mischen (Compt. rend. 1840. II, No. 6). Fordos und Gélis erkannten das unterschwefligsaure Goldoxydulnatron („Goldsalz") als wirksames Princip und beschrieben dieses Salz genau (Compt. rend. 1844. S. 629). — Bisson vergoldete die Platten galvanisch (Compt. rend. 1842. S. 573).

zum Vergolden gebracht (Fig. 51), dann mit einer Lösung von Goldsalz, im Verhältniss von 1 g auf 1000 g Wasser, begossen und endlich auf der Spirituslampe stark erwärmt. Die Lichter des Bildes, welche beim Herausnehmen aus dem unterschwefligsauren Natronbade eine bläuliche Färbung zeigten, werden unter der Einwirkung dieser Lösung schön weiss.

Endlich giesst man die Chlorgoldlösung von der Platte und taucht dieselbe entweder in destillirtes Wasser oder in gut filtrirtes Regenwasser, um die letzten Spuren des Goldsalzes zu entfernen. Nach dem Trocknen kann das Bild eingerahmt und colorirt werden.

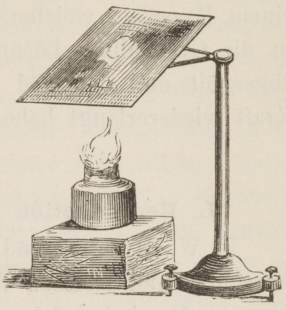


Fig. 51.

### J. Coloriren der Daguerreotypen.

Vor allen Dingen muss die Fixage mit Chlorgold mit grosser Sorgfalt ausgeführt werden, damit die Farben gut an der Platte haften, denn wenn dies nicht der Fall wäre, würde der Pinsel eine Menge von Einzelheiten verwischen und das Bild vollständig verdorben werden.

Die eigens für diesen Zweck bereiteten Farben werden in Pulverform verwendet. Man reibt sie mit etwas Wasser an und trägt sie mit einem sehr feinen Pinsel auf die Platte [1]). Gold und Silber werden auf dieselbe Weise angebracht.

Hierher gehört auch Talbot's Erfindung auf Dagrerreotyp-Platten mittels einer Bleilösung und eines elektrischen Stromes farbige galvanische Niederschläge zu erzeugen [2]).

### K. Wieder-Auffrischung alter Daguerreotypen.

Mechanisch zerstörte, verwischte Daguerreotypen sind nicht zu retten.

Sind die Platten aber im Laufe der Zeit fleckig geworden, in Schwefeldämpfen angelaufen oder mit einem grauen Schleier überzogen, so kann man sie vollkommen restauriren. Man benetzt die Platte und

1) Lechi fertigte 1842 solche Bilder an (Bull. Soc. d'Encourag. Nov. 1842. Dingler's Journ. Bd. 87, S. 79). Beard liess sich 1842 ein englisches Patent darauf geben, die Farben mit Gummi, Hausenblase etc. zu versetzen, fein zu pulvern, auf das Daguerreotyp zu tupfen und durch Anhauchen zu fixiren (London. Journ. of Arts. Dec. 1842. Dingler's Journ. Bd. 87, S. 315). Jahn trug einen Harzfirniss auf und malte auf diesem (Dingler's Journ. Bd. 93, S. 217).

2) Talbot nahm 1841 auf diese Erfindung ein Patent (Abridgements of Specifications relating to Phot. 1861. I, S. 5. Dingler's Journ. Bd. 82, S. 192). — Aehnliches gab Böttger an (Dingler's Journ. Bd. 77, S. 238).

taucht sie in Cyankalium-Lösung (1:100); eventuell kann man stärkere oder erwärmte Cyankalium-Lösung versuchen. Man spült noch einige Minuten gut ab; ist der Schleier nicht verschwunden, so muss man mit einem Bauschen weicher Baumwolle sanft abreiben und dann aufs Neue in die Cyankalium-Lösung bringen. Endlich wird mit vielem Wasser abgespült und das Bild wird mehr oder weniger von seiner früheren Kraft wiedererlangt haben [1]).

### L. Reproduction und Uebertragen von Daguerreotypen.

J. W. Draper fand, dass ein Ueberzug von Hausenblase nach dem Trocknen und Ablösen das Bild einer vergoldeten Daguerreotypie mitnimmt. Es sind auf der Hausenblasen-Folie nunmehr alle Details wiedergegeben und sowohl im reflectirten als durchfallenden Lichte sichtbar. Draper nannte diese Bilder Tithonotypien [2]).

Später überzog er die Daguerreotypplatten galvanoplastisch mit Kupfer und hob die Schicht ab, welche das Bild trug. Die Kupfercopie konnte er neuerdings abnehmen [3]).

Becquerel hatte 1848 angegeben [4]), dass auf die mit Quecksilberamalgam bedeckten Stellen einer nicht fixirten Daguerreotypplatte in einem Kupfervitriolbade auf galvanoplastischem Wege Kupfer zuerst niederschlagen wird (nicht so rasch auf die Jodsilberfläche); man erhält auf die Weise ein detaillirtes rothes Kupferbild. — Poitevin nahm ein solches Bild, behandelte es mit unterschwefligsaurem Natron, wusch, goss eine Gelatineschicht darüber, liess erstarren und zog die Gelatinehaut ab. Es adhärirte das Kupfer und es wurde ein transparentes Negativ erhalten, welches auf Papier copirt werden konnte [5]).

Daguerreotypen können in der Camera auf empfindliche Glasplatten und dann auf Papier copirt werden — ein jetzt allgemein üblicher Vorgang.

Andere Methoden der Vervielfältigung s. Capitel „Heliogravure".

---

1) Monckhoven's Handbuch d. Phot. 1865. Marowsky, Phot. Mitth. Bd. 11, S. 36; Bd. 14, S. 34. Phot. News. 1875. S. 545. Brit. Journ. of Phot. 1880. S. 638.

2) Philos. Magaz. 1843. S. 365. Dingler's Journ. Bd. 88, S. 304. — Aehnliche Processe beschrieben: Edwards (Mechanic. Magaz. Kreutzer's Jahrber. Phot. 1857. S. 304) und Lefèvre (Journ. Lond. Phot. Soc. 1857. Kreutzer's Jahrber. 1857. S. 303).

3) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 91, S. 167.

4) Compt. rend. Bd. 27, S. 13.

5) Poitevin's Traité des Impressions photogr. 1883. S. 36.

### M. Daguerreotypen auf Papier.

Wird Papier mit Silbernitrat[1]) oder phosphorsaurem Silberoxyd[2]) getränkt, dann mit Jod und Brom geräuchert, oder mit Bromkalium, dann Silbernitrat gebadet[3]), so entwickelt Quecksilberdampf ein negatives Bild; dasselbe geschieht auf einer gewaschenen Jodsilber-Collodionplatte[4]).

Hunt's Daguerreotypen auf Papier werden in folgender Weise dargestellt: Papier wird auf schwacher Chlorammonium-Lösung schwimmen gelassen, abgewischt, getrocknet und in schwache Silbernitrat-Lösung getaucht. Man lässt es etwas (nicht ganz) trocknen, setzt es in einem verschlossenen Gefäss Schwefelwasserstoffdämpfen aus, legt das dunkelbraune Papier in stärkere Silberlösung und schwefelt nochmals. Um es empfindlich zu machen, dämpft man es mit Jod oder besser badet es in einer Lösung von Jod in Jodkalium; man trocknet in der Wärme. Die Bilder darauf werden mit Quecksilberdampf oder durch Eintauchen in Quecksilberchlorid entwickelt. Ganz ähnlich erhält man Bilder, wenn man bei diesem Process Phosphorwasserstoff statt Schwefelwasserstoff anwendet[5]). Vergl. auch S. 55.

---

1) Bousiques, Compt. rend. Bd. 31, S. 630. Jahrber. d. Chemie. 1850. S. 195.

2) Hunt's Researches on Light. 1844. S. 90.

3) Bayard, Martin's Handb. d. Phot. 1852. S. 92.

4) Carey Lea, Phot. Archiv. 1865. S. 339. Nach Reissig entwickeln Quecksilberdämpfe auf Jodsilber-Collodionplatten nur dann ein Bild, wenn das Jodsilber bei Gegenwart von überschüssigem Silbernitrat exponirt worden war (Phot. Corresp. 1867. S. 104).

5) Hunt's Researches on Light. 1844. S. 90. De Roth, Fortschritte d. Phot. 1868. S. 8.

## NEUNTES CAPITEL.

# DIE NEGATIV-PHOTOGRAPHIE AUF PAPIER ODER TALBOTYPIE.

Literatur:

Hnnt, Photography. 1851. — Hunt, Manual of Photography. 1857. — Valicourt, Manuel complet de photographie. 1851. S. 524. — Blanquart-Evrard, Traité de photographie sur Papier. 1851. — Le Gray, Photographie traité des procédés sur papier sec. etc. 1. Aufl. 1852, 2. Aufl. 1854. — Baldus, Concours de Photographie. 1852. — Belloc, Traité de la Photographie. 1854. — Belloc, Compendium de la Photographie. 1858. — Tillard, Nouveau procédé de Photographie. 1854. — Procédé Hardy, Nouvelle Méthode pour operer sur plaque. 1854. — Martin, Repertorium der Photographie. 1846. — Martin, Handbuch der Photographie. 1851, 1852, 1865. — Snelling, The history and practice of Photography. 1859. — Chevalier, Daguerréotypie et photographie sur papier. 1854, 1856, 1857. — Chevalier, L'Etudiant photographe. 1867. — Hockin, Practical treatise on the photegraphic processes on glass and paper. 1853. — La Blanchère, L'art du photographe. 1859. — Legros, Encyclopédie de la photographie sur papier etc. 1856. — Otte, Landscape photography. 1858, 1859. — Sutton, Handbook to photography on paper. 1855.

## I. Die Calotypie auf gewöhnlichem Papier.

Die Negativ-Photographie auf Papier wurde von Talbot ungefähr gleichzeitig mit der Daguerreotypie erfunden. Ihrem Erfinder zu Ehren nennt man sie „Talbotypie“ oder nach Talbot's Vorschlag (wegen der schönen Resultate, nach dem Griechischen) „Calotypie“, obschon der letztere Name eigentlich ein ganz specielles Verfahren bezeichnet.

William Henry Fox Talbot's photographische Experimente datiren vom October 1833 und waren durch mangelhafte Versuche, mittels der Camera lucida zu zeichnen, veranlasst worden. Schon 1834 machte er Versuche in der Camera obscura auf mit Silbernitrat getränktem Papier Bilder zu erhalten[1]). Er trat aber erst mit diesen

1) Abridgements of Specifications of Patents relating to Photography. 1861. S. XII. — Mayer et Pierson's La Photographie. 1862. S. 57. Ferner s. den Bericht über Talbot's Arbeiten: Philos. Magaz. 1835. Bd. 7, S. 116 und Comptes rendus. 1841. Bd. 12, S. 226.

Versuchen an die Oeffentlichkeit, als Daguerre's Erfindung von sich reden machte.

Ursprünglich arbeitete Talbot mit gewöhnlichem Chlorsilberpapier (oder Bromsilberpapier), welches mit Silbernitrat-Ueberschuss präparirt und in der Camera so lange exponirt worden war, bis das Bild sichtbar wurde; die Fixation geschah mit Kochsalz-Lösung und war sehr unvollständig [1]).

Practische Bedeutung erhielt das Verfahren erst durch die Entdeckung, dass das wenig oder nicht sichtbare Lichtbild durch Gallussäure kräftig gemacht werden kann.

Dieses Verfahren der Entwickelung des latenten Lichtbildes, bei welchem Jodsilber angewendet wurde, wurde von Talbot 1841 entdeckt [2]), beschrieben und am 8. Februar 1841 in England patentirt [3]).

Talbot kam auf dieses Verfahren bei seinen vielfältigen Proben einigermassen durch Zufall, indem er mehrere photographisch behandelte Blätter Papier, um sie auf ihre Empfindlichkeit zu prüfen, nur kurze Zeit in der Camera liess und von denen er eines, auf welchem kaum eine Spur zu erblicken war, bei Seite legte. Als er es später wieder zur Hand nahm, sah er mit Erstaunen eine vollkommen ausgeführte negative Zeichnung darauf entstanden. Glücklicherweise erinnerte er sich vollkommen der Bereitungsart dieses Blattes und er konnte somit seine Entdeckung verfolgen. Er gab ihr wegen der überraschenden Schönheit der Resultate den Namen „Calotypie".

---

1) Hunt's Photography. 1851. S. 68. — Original-Abhandlung Talbot's: London and Edinburgh Philosophic. Magaz. März 1839. — Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 71, S. 474; Bd. 72, S. 224. — Compt. rend. Bd. 8, S. 341 und 409.

2) Philosophic Magazine. 1841. S. 88. Compt. rend. 1841. Bd. 12, S. 226 und 1055. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 81, S. 356 und 363. Abridgements of Specifications of Patents relating to Photography. 1861. S. 4. Das ursprüngliche Verfahren war folgendes: Man bestreicht Papier mit Silbernitrat-Lösung (1:28), trocknet am Feuer, taucht in Jodkalium-Lösung (1:14) durch 2 bis 3 Minuten, wäscht und trocknet; kurz vor dem Gebrauche wird es mit Silbergallonitrat (1 Th. Silbernitrat, 10 Th. Wasser, 2 T. Essigsäure unmittelbar vor dem Gebrauche mit gleichem Volumen von wässeriger gesättigter Gallussäure gemischt) mittels Baumwolle bestrichen, nach $^1/_2$ Minute in Wasser getaucht, zwischen Löschpapier und endlich vorsichtig am Feuer getrocknet. Nach der Exposition in der Camera ist kein Bild sichtbar; es erscheint erst nach dem Bestreichen mit Silbergallonitrat fixirt wurde in Bromkalium-Lösung (1:48) und copirt mittels desselben Processes.

3) Dadurch, dass Talbot jedes einzelne Verfahren und jede kleine Verbesserung anfangs durch ein Patent für sich zu behalten suchte, wurden die besten Experimentatoren bewogen, ihre ferneren Versuche aufzugeben, was sehr zu beklagen ist. Erst später gab er seine Patente frei und hob dadurch diese Hemmnisse der weiteren Forschung auf.

Durch diese Erfindung brachte Talbot die Photographie auf Papier auf eine Stufe der Vollkommenheit, wodurch diese Kunst mit der Daguerreotypie zu rivalisiren im Stande war.

Er behandelte das Papier mit Silbernitrat und dann mit Jodkalium, wodurch die wenig empfindliche Form von Jodsilber entsteht. Kurz vor dem Gebrauche überstrich er es mit einer mit Essigsäure versetzten Lösung von Silbernitrat und Gallussäure, wodurch es lichtempfindlicher wurde. Nachher wurde es mit Wasser abgespült, getrocknet, exponirt (bei einer Blende von $\frac{f}{30}$ durch 9 bis 10 Minuten) und dann mit Silbernitrat und Gallussäure (sogen. Silbergallonitrat oder gallus-salpetersaurem Silberoxyd) entwickelt.

Anfangs fixirte Talbot mit Bromkalium; in einem Nachtrags-Patent (englisches Patent vom 1. Juni 1843) gab er unter Anderem folgende Verbesserungen an: Fixiren in unterschwefligsaurer Natron-Lösung (1:10), Erwärmen des Papiers in der Camera durch eine untergelegte warme Eisenplatte (Steigerung der Empfindlichkeit), Tränken der fixirten Bilder mit Wachs, um sie durchsichtiger zu machen [1]).

Von den weiteren Verbesserungen welche die Calotypie erfuhr, sind zu erwähnen: Blanquart-Evrard exponirte das Jod-Bromsilberpapier mit Silbernitrat-Lösung (ohne Gallussäure) befeuchtet zwischen Glasplatten in der Camera und entwickelte dann sofort mit Gallussäure [2]); dadurch erzielte er grössere Empfindlichkeit.

Anstatt das Papier mit Jodsalzen allein zu tränken wurden auch Salzgemische angewendet und zwar meistens Jod-Bromsalz, oder nach Cundell: Jod-Chlorsalz [3]), nach Le Gray Jod-Cyan-Fluorkalium [4]); Parr setzte als Beschleuniger dem Jodbromsalz essigsaures Natron zu [5]).

Hunt zeigte, dass man auf reinem Brom-, Chlor- oder Jodsilberpapier Bilder mit Eisenvitriol hervorrufen könne (vergl. diesen Band, S. 57 und 58), und eine Art Negativ-Papier, welches unter Zuhilfenahme

1) Repert. of pat. invent. Januar 1844. S. 47. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 92, S. 94.

2) Im Jahre 1847 in den Comptes rendus Bd. 24, S. 117 angezeigt. Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 104, S. 32 und 275; Bd. 106, S. 365 und Bd. 107, S. 193. Martin's Handbuch der Photographie. 1851. S. 187; gute von Martin erprobte Vorschrift s. Martin's Handb. d. Phot. 1865. S. 281.

3) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 92, S. 367, aus Philos. Magaz. 1844. Martin's Handb. d. Photographie. 1851. S. 201.

4) Le Gray, Photographie. 1852. S. 24.

5) Journ. Phot. Soc. London. 1856. S. 65. Kreutzer's Jahrber. Photogr. 1856. S 19. Später fand Parr, dass es am besten ist, die gesilberten Papiere mit essigsaurem Natron zu behandeln (also Entstehung von Silberacetat) a. a. O.

von Bernsteinsäure, Kochsalz und Gummi arabicum hergestellt und mit Eisenvitriol entwickelt war, nannte er Energiatyp- oder auch Ferrotyp-Papier[1]), ein mit Bromkalium und Fluornatrium erzeugtes Fluorotyp-Papier[2]). Ueberhaupt war Fluorkalium oder -natrium als Beschleuniger damals beliebt[3]). Wood jodirte 1844 das Papier mit Jodeisen-Syrup, bestrich mit Silbernitrat und exponirte feucht; das durch Doppelzersetzung entstandene salpetersaure Eisenoxydul brachte das Bild nach längerem Liegen von selbst zum Vorschein[4]); er nannte den Process „Catalysotype".

Mayall stellte Bromsilberpapier durch Baden von Papier in Bromkalium-Ammoniumlactat-Lösung und Silbernitrat her; Entwickler: Gallussäure[5]).

Ein sicheres Resultat liefert Greenlaw's Modification des Calotyp-Processes[6]): Turner's Papier oder Saxe-Papier wird für eine Stunde in ein Bad von 1 Th. Jodkalium, 0,3 Th. Bromkalium, 20 Th. Wasser und Jodtinctur (bis zur dunkelgelben Farbe) getaucht, getrocknet und auf folgendem Silberbad schwimmen gelassen: 5 Th. Silbernitrat, 5 Th. Eisessig, 80 Th. Wasser. Nachdem die dunkle Farbe des Papiers hellgelb geworden, lässt man noch eine Minute schwimmen, wäscht in Wasser, presst zwischen Fliesspapier die Feuchtigkeit ab und trocknet. Entwickler: A. 2 Th. Gallussäure, 0,6 Th. Campherspiritus, 200 Th. Wasser[7]); B. 3 Th. Silbernitrat, $4^1/_2$ Th. Eisessig, 48 Th. Wasser. Auf 40 Vol. von A. kommt 1 Vol. B.; entwickelt wird entweder in einer Tasse durch Eintauchen ins Bad oder durch Aufstreichen des Entwicklers.

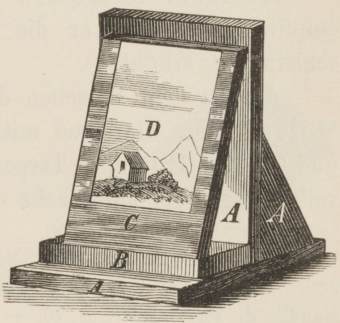


Fig 52.

1) Der ursprüngliche Energiatyp-Process (vom Jahre 1844) bestand in Folgendem: Bernsteinsäure und Gummischleim wurden auf Papier gestrichen, getrocknet, mit Silberlösung bestrichen, exponirt, mit Eisenvitriol entwickelt und mit Fixirnatron fixirt (Dingler's Journ. Bd. 93, S. 46). Später setzte er zur Bernsteinsäure-Mischung noch Kochsalz (Dingler's Journ. Bd. 93, S. 158; Bd. 95, S. 141). — Siehe auch Martin's Handb. d. Phot. 1851. S. 217; Hunt's Photography. 1851. S. 133.

2) Hunt's Photography. 1851. S. 135. Martin's Handbuch d. Phot. 1851. S. 217.

3) Z. B.: Blanquart-Evrard, Compt. rend. 1850; ferner Le Gray, Photographie. 1858. S. 348.

4) Technologist. 1845. S. 164. Martin's Handb. d. Photographie. 1851. S. 252.

5) Phot. Mitt. 1868. Bd. 6, S. 47.

6) Nach Abney's Instruction in Photography. 1882. S. 162.

7) Campher conservirt die Gallussäure.

Im letztern Falle wird das Papier nach der Exposition mit Wasser befeuchtet und auf eine Glasplatte *C* (Fig. 52) gelegt. Die Platte lehnt unter einem Winkel von 60 Grad auf einem Holzständer *AA* und steht in einem Zinktroge. Man pinselt mit einem Dachshaar-Pinsel zuerst Gallussäure, dann Gallussilber-Lösung auf und streicht beständig frische Lösung nach. Mit 60 g Lösung reicht man für ein Bild von 40×50 cm aus. Andere Entwickler s. S. 140.

Fixirt wird nach gutem Waschen in Hyposulfit (1:16) durch mindestens eine halbe Stunde. Schliesslich wird gewachst.

Im Jahre 1850 gab Blanquart-Evrard an, dass die Bilder an Feinheit gewinnen, wenn man das Papier durch Albumin, Milchserum etc. leime [1]). Andere setzten der Jodirung Leim zu oder verwendeten Gemische von Gelatine und Stärke [2]), Reis- und Leinsamenschleim, Inulin [3]) etc.

Humbert de Molard machte das negative Eiweisspapier dadurch empfindlicher, dass er die Porosität durch Zucker, Honig, Quittenschleim etc. erhöhte [4]).

Anstatt dem Waschen der fixirten Negative empfahl Humbert de Molard 1855: Einreiben mit einer Lösung von venetianischem Terpentin und Capaiva-Balsam in Terpentin- und Lavendelöl [5]), wodurch rascher und vollständiger als mit Wachs das Transparentmachen erzielt werden kann.

---

1) Comptes rendus. 1850. No. 21 und 24. Dingler's Journ. Bd. 117, S. 223 und 226. Blanquart-Evrard's Traité de photographie sur papier 1851. Martin's Handb. d. Phot. 1857. S. 76. — Milchserum- oder Molken-Process: Zu filtrirtem Molken (Milchserum) wird Eiweiss gegeben, aufgekocht und 5 Procent Jodkalium in der Flüssigkeit gelöst. Damit wird Papier imprägnirt, getrocknet und gesilbert. Aehnlich war der Eiweiss-Process. — Beide Papiere konnten nass oder trocken verwendet werden.

2) Die Anwendung von gelatinirtem Calotyp-Papier hatte Le Gray schon 1849 bekannt gemacht (s. seine Erklärung in seinem Werke „Photographie". 1854. S. 189). Le Gray's Recept (aus dem genannten Werke) war: 365 Th. einer Hausenblasen-Lösung (1:40), 33 Th. *KJ*, 4 Th. *KBr*, 2 Th. *NaCl*; darin bleibt das Papier eine Viertelstunde. — Baldus empfahl 1852 gleichfalls gelatinirtes Papier: 10 Th. Gelatine, 500 Th. Wasser, 5 Th. Jodkalium, 25 Th. des folgenden Silberbades. Das damit überzogene Papier wird nach dem Trocknen nochmals in ein Jodkaliumbad (1:100) getaucht und getrocknet. Dann wird im Silberbade sensibilisirt (100 Th. Wasser, 6 Th. Silbernitrat, 12 Th. Eisessig). Gallus-Entwickler (Bull. Soc. d'encouragement. 1852). Als selbständige Broschüre: Baldus, Concours de photographie. 1852.) Brooke überzog Papier mit 12 Th. *KBr*, 8 Th. *KJ*, 4 Th. Hausenblase, 480 Th. Wasser, silberte mit Höllenstein-Lösung (1:10), wusch, trocknete und entwickelte mit Gallussäure (Martin's Handbuch der Phot. 1857. S. 93).

3) Le Gray, Photographie. 1854. S. 286.

4) Comptes rendus. 1850. No. 7. Dingler's Journal. Bd. 118, S. 32.

5) Bull. Soc. franç. 1855. S. 157.

Bayle-Mouillard benutzte die (weniger unangenehm riechende) Lösung von venetianischem Terpentin in Alkohol oder in einer Mischung desselben mit Citronenöl oder besser einer Lösung von Ricinusöl in Alkohol [1]).

Bei allen diesen Methoden wurden die Flüssigkeiten häufig mittels Baumwoll-Bäuschchen aufgestrichen. Man bediente sich dabei entweder eines breiten Fischhaar-Pinsels oder gewöhnlicher Baumwoll-Bäuschchen oder eines Baumwoll-Pinsels, welcher in nachfolgender Weise hergestellt wird:

Man nimmt ein Bäuschchen gekrempelter Baumwolle und macht diese auf eine Länge von 15 cm möglichst gleichmässig, faltet die ganze Masse in der Mitte zusammen und legt den Bindfaden *a b* hindurch (Fig. 53), welcher durch eine Glasröhre von 1 cm innerem Durchmesser

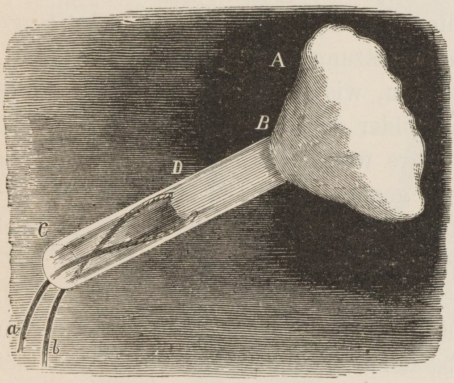



Fig. 53.

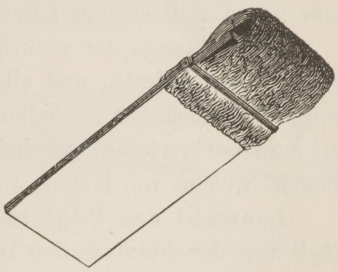


Fig. 54.

Pinsel zum Empfindlichmachen des Papiers.

und 12 cm Länge geschoben wird, indem man die Baumwolle nachzieht. Das Baumwollen-Bäuschchen wird dann am hervorstehenden Ende abgeschnitten, wie die Figur zeigt, und der Faden herausgezogen. So erhält man einen sehr reinen und wenig kostspieligen Pinsel, den man erneuert, sobald er von der silberhaltigen Lösung geschwärzt ist.

Blanchard [2]) stellt einen Pinsel in nachfolgender Weise her: Ein Glasstreifen von 5 bis 8 cm Breite (Fig. 54) wird an einem Ende mit einem doppelten Stück flaumigen (wollichten) Calico („swan's down calico") überspannt, welches mittels eines Kautschukringes festgehalten wird.

Soll das Papier z. B. empfindlich gemacht werden, legt man dasselbe platt auf einen mit mehreren Blättern Löschpapier bedeckten Tisch,

1) Bull. Soc. franç. 1855. S. 157.

2) Year-Book of Phot. for 1872. S. 109.

indem man die Enden mit vier Nadeln feststeckt. Auf die Mitte des Blattes, welches 44:45 cm gross sein mag, giesst man 15 ccm Silbernitrat-Lösung, breitet die Flüssigkeit zuerst der Länge, dann der Breite nach aus, ohne indes die Nadeln zu berühren, die man übrigens entfernen kann, sobald die Lösung ausgebreitet ist. Damit die Nadeln keinen nachtheiligen Einfluss auf das Silbernitrat üben, legt man sie vor dem Gebrauche in ein altes Fixirungsbad mit Cyankalium, wodurch sie versilbert werden.

Die sensibilisirten Blätter werden durch Aufhängen getrocknet.

## II. Die Photographie auf Wachspapier.

Le Gray führte das trockene Verfahren auf Wachspapier ein. Das Papier wurde zuerst gewachst, dann jodirt, gesilbert, gewaschen und getrocknet. Empfindlich gemachtes Wachspapier hält sich sehr lange unverändert, da das Wachs die Zersetzung der Silbersalze verzögert. Die Bilder sind allerdings nicht so fein, wie die von Glasmatrizen; trotzdem lassen sich schöne Landschaftsbilder damit herstellen.

Noch anfangs der sechziger Jahre waren die Negativ-Verfahren auf Papier sehr zahlreich und allgemein gepflegt, aber seit der Vervollkommnung des trockenen Collodion- und Gelatine-Verfahrens haben sie viel an Interesse verloren, weshalb wir hier nur eine der Methoden mittheilen, welche von Nutzen für den reisenden Photographen sein kann [1]).

Auswahl des Papiers. Die Schönheit des Negativs hängt zum Theil von der Feinheit der Details, der Gleichmässigkeit der Tinten und der Sauberkeit des Bildes ab. Wenn nun aber das Papier selbst ein körniges Aussehen hat, von ungleicher Textur und unrein ist, so leuchtet es ein, dass auch bei der allergrössten Geschicklichkeit des Operateurs kein schönes Negativ erzielt werden kann.

Es ist ziemlich schwierig, genaue Angaben über die Mängel und Vorzüge der Papiere zu geben, weil der Operateur selbst mit dem Verfahren vertraut sein muss, um dieselben in den Papieren zu erkennen, die man ihm anbietet. Einige Andeutungen mögen deshalb genügen.

Das Negativpapier soll weder allzu stark, noch allzu dünn sein. Im erstern Falle dauert das Abziehen des Positivs übermässig lange, weil das Papier wenig durchsichtig ist, in dem zweiten Falle ist es fast immer voll von einer Unzahl kleiner Löcher, welche in dem Entwickelungsbade ein gekörntes Aussehen annehmen. Das Papier soll eine

1) Nach Monckhoven's Handb. d. Phot. 1864. S. 151, welches im Wesentlichen mit Le Gray's Original-Vorschrift (Le Gray, Traité des procedés sur papier etc. 1854) übereinstimmt. S. auch Dingler's Journ. 1855. Bd. 136, S. 109.

sehr gleichmässige Textur zeigen, ähnlich einer fein mattirten Glasplatte, und frei von grauen Flecken sein, die auf dem Negativ wieder hervortreten [1]).

Das Waschen des Papiers. Man verschafft sich eine Schale aus Weissblech oder besser aus plattirtem Silber, deren Ränder kaum einen Centimeter Höhe haben. Diese wird in eine Zinkschale gestellt, die auf kegelförmigen Füssen ruht und mit kochendem Wasser gefüllt ist. Das Fussgestell besteht aus einem Metallrahmen, der durch vier Füsse gestützt wird, welche sich durch Schrauben verlängern und verkürzen lassen, wodurch es möglich wird, der Schale eine ganz horizontale Stellung zu geben. Sobald dies geschehen ist, stellt man eine oder zwei Spirituslampen unter die Schale, um sie warm zu halten. Dann nimmt man eine Scheibe weisses Wachs, zerschlägt sie in zwei Stücke und führt dieselben so über die innere Schale her, dass diese mit einer sehr dünnen Schicht geschmolzenen Wachses bedeckt wird. Man breitet dann auf dem Wachse ein Blatt Papier aus, welches sofort durch Einsaugen des Wachses sehr durchsichtig wird. Wenn man bemerkt, dass eine oder zwei Stellen des Papiers weiss bleiben, drückt man diese Stellen mit einem Kartenblatt, damit das Papier den Boden der Schale berühre. Sobald das Papier vollständig mit Wachs überzogen ist, welches bei einiger Uebung in 15 bis 20 Secunden vor sich geht, hebt man dasselbe ab und legt es auf den Tisch. Darauf wachst man ein neues Blatt, und fährt so weiter fort, bis eine genügende Anzahl fertig ist.

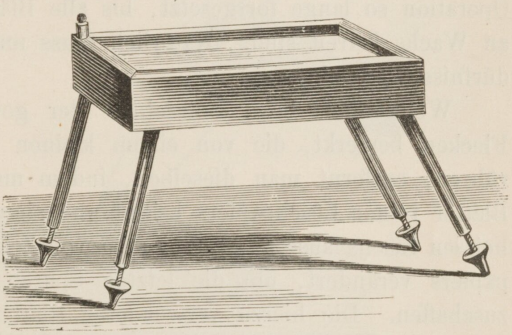


Fig. 55. Vorrichtung zum Wachsen des Papiers.

Die Blätter enthalten jedoch einen grossen Ueberschuss von Wachs, wovon man sie befreien muss. Man verschafft sich ein gutes Löschpapier, welches sehr dick und gleichförmig ist und stark satinirt wurde.

---

1) Morgan in London bereitet jetzt ein Negativpapier, welches frei von Korn ist (englisches Patent). Man nimmt feines Papier, welches durch eine Säure von Leimung befreit ist, bedeckt es dann mit einem Brei aus Asbest oder Talk mit Gelatine, Stärke oder Gummi und presst es durch Walzen bei starkem Druck. Dann wird es nochmals mit demselben Brei überzogen und wieder satinirt. Hierauf wird die zarte Fläche mit Wachs und Harz (oder Paraffin gelöst in Alkohol) polirt. Schliesslich wird die Schicht (z. B. Gelatine-Emulsion) aufgetragen (Phot. News. 1883. S. 40. Phot. Wochenbl. 1882. S. 110).

Ferner müssen zwei gute Bügeleisen zur Hand sein, welche man auf eigens dazu bereitetem Feuer heiss gemacht. Es ist aber von der höchsten Wichtigkeit, dass sie nicht allzu heiss werden. Le Gray empfiehlt folgende Probe. Man nimmt eins von den Eisen, dreht es um und spuckt darauf. Der Speichel muss am Eisen haften und sich rasch darauf verflüchtigen. Wenn er darauf umhertanzt, ist das Eisen schon zu heiss geworden.

Sobald das Eisen die richtige Temperatur zeigt, legt man eine Lage Löschpapier auf einen glatten Tisch und ein Blatt desselben Papiers darauf, welches man mit einem andern Blatte Wachspapier bedeckt und dann mit einem heissen Eisen darauf herumfährt. Auf diese Weise wird der Ueberschuss von Wachs absorbirt. Man ersetzt das Wachspapier durch ein anderes Blatt und fährt so lange damit fort, bis das Löschpapier kein Wachs mehr einsaugt. Dann wird es erneuert und die Operation so lange fortgesetzt, bis alle Blätter von ihrem Ueberschusse an Wachs befreit sind. Natürlich muss man das heisse Eisen nach Bedürfniss wechseln.

Wenn man beim Betrachten der gewachsten Blätter noch helle Flecken bemerkt, die von einem kleinen Ueberschuss an Wachs herrühren, entfernt man dieselben, indem man das Papier zwischen zwei Blätter reinen Löschpapiers bringt und sie abermals der Einwirkung des heissen Eisens aussetzt, wobei man von Zeit zu Zeit die Lage des Wachspapiers verändert, um die letzten Spuren dieser Flecken besser wegzuschaffen. Die hierzu verwendeten Blätter Löschpapier können später noch bei der ersten Operation verwendet werden.

Es muss auf zwei wichtige Punkte aufmerksam gemacht werden: Man muss mit dem Wachspapier zart umgehen, weil jede Falte einen Flecken abgibt, den nichts mehr wegschaffen kann; und zweitens müssen die Eisen so wenig heiss als möglich sein, weil durch ein allzu heisses Eisen das Wachs des Papieres sich verflüchtigt und das Papier ein gekörntes Aussehen erhält. Auch darf man das heisse Eisen beim Wegschaffen des Wachsüberschusses nicht auf einer bestimmten Stelle stehen lassen, weil dadurch das Papier an dieser Stelle ungleich gewachst würde.

Damit man die Wichtigkeit eines sorgfältigen Wachsens des Papieres einsehe, bemerken wir, dass ein und dasselbe Papier durch eine verschiedene Behandlung so abweichende Resultate liefert, dass man kaum glauben kann, es liege dabei ein und dasselbe Verfahren zu Grunde.

Jodiren des Papiers. Das Wachspapier lässt sich mehrere Jahre aufbewahren, weil es durch keinen äusseren Einfluss verändert wird. Um ein solches Papier empfindlich zu machen, muss man es mit einer

alkalischen Jodverbindung tränken, wozu sich am besten das Jodkalium eignet. Wir theilen hier die alte Formel von Le Gray[1]) mit geringer Abänderung nach Monckhoven mit.

In 3 Liter filtrirtes Regenwasser, welches sich in einem Porzellangefässe oder irdenen Geschirre befindet, schüttet man 200 g Reis und bringt die Flüssigkeit auf einige Minuten ins Kochen. Damit sie nicht teigartig wird, darf der Reis kaum aufgeplatzt sein. Die ganze Masse wird zum Filtriren auf Leinwand gebracht und während sie noch warm ist, setzt man auf jedes Liter 45 g fein gepulverten Milchzucker hinzu. Der Milchzucker ist in kaltem Wasser sehr wenig löslich, aber er löst sich vollkommen in warmem Wasser, zumal wenn er fein gepulvert ist. Die erkaltete Lösung wird so lange filtrirt, bis sie vollkommen klar geworden ist, dann setzt man auf 1 Liter 15 g Jodkalium[2]) hinzu. Nun ist sie zum Gebrauche fertig.

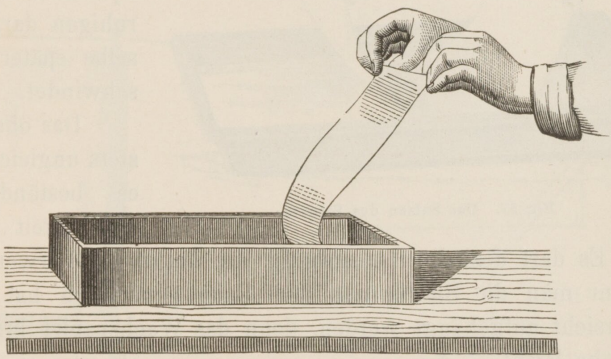


Fig. 56. Das Salzen des Papiers.

Weil das Wachspapier, seiner fettigen Natur wegen, schwierig unterzutauchen ist, muss das Jodbad etwas reichlich sein. Es hält sich übrigens Monate hindurch, wenn man dasselbe in vollständig gefüllten Flaschen mit Glasstöpseln aufbewahrt. Beim Gebrauch giesst man es in eine Schale aus Porzellan oder Weissblech, worin die Flüssigkeit etwa 3 bis 5 cm Höhe erreicht. Man bringt mehrere Blätter Wachspapier zugleich in dies Bad, wobei man das Entstehen von Blasen sorgfältig vermeiden muss, indem man das Blatt an den beiden oberen Ecken

1) Anstatt Stärke nahm Le Gray auch Molken. Hierin folgte ihm Fitt (Humphrey's Phot. Journ. 1856. S. 318. Kreutzer's Jahrber. d. Phot. 1856. S. 5) u. A. Das Molkenbad ging aber leicht in Gährung über. Blanchère benutzte Reis, Leinsamen und Gelatine (Compt. rend. Bd. 43, S. 808. Kreutzer's Jahrber. f. Phot. 1856. S. 12).

2) Andere, z. B. Crookes für sein meteorologisches Registrir-Papier bei Gaslicht nahm eine Mischung von Jodkalium und Bromkalium (4:3). Kreutzer's Jahrber. f. Phot. 1856. S. 8. Auch Blanchère u. A. zogen Jodbrom dem reinen Jodsalz vor.

fasst, so dass es senkrecht herunter hängt und sein unterer Rand den Flüssigkeitsspiegel berührt, biegt es dann leicht um, (Fig. 56) und legt es langsam auf die Flüssigkeit nieder. Oder man fasst das Papier an zwei Enden, biegt es nach aussen (Fig. 57) und legt es allmählich auf das Bad. Dann drückt man das Blatt mit Hilfe besonders gebogener Glasröhren (Fig. 58 und 59) nach unten.

Gewöhnlich ist das Papier nach zwei Stunden vollständig jodirt. Da die Lösung mechanisch das Papier durchdringen muss, weil das Wachs ein fetter Körper ist, so entsteht dadurch nach dem Trocknen des Blattes ein körniges Aussehen, welches indes den Operateur nicht beunruhigen darf, indem dasselbe später wieder verschwindet.

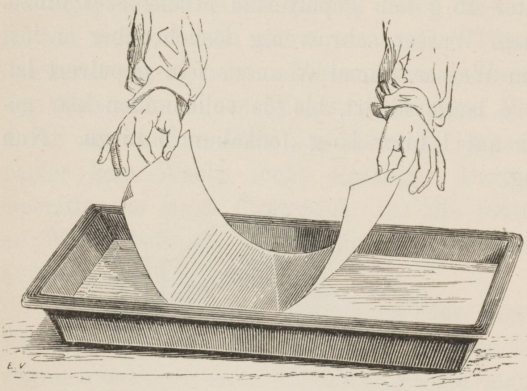


Fig. 57. Das Salzen des Papiers.

Das obere Blatt wird stets ungleich jodirt, weil es beständig aus der Flüssigkeit aufzutauchen sucht. Es darf deshalb ebensowenig wie das untere Verwendung finden. Nachdem man die Blätter aus dem Bade genommen hat, müssen sie mit Vorsicht aufgehängt werden, denn das Wachspapier bricht und zerreisst sehr leicht.

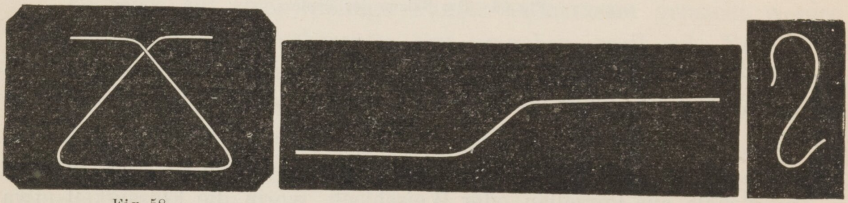


Fig. 58. Fig. 59. Fig. 60.
Glasstab zum Untertauchen des Papiers. Aufhängehaken.

Einige Operateure bedienen sich zu diesem Zwecke gekrümmter Nadeln in Gestalt eines **S** (Fig. 60) und hängen das Papier an einer Ecke auf, aber dies Papier ist so zerbrechlich, dass die geringste Erschütterung des Fadens oder der Luft ausreicht, dasselbe abzureissen, wodurch es natürlich verdorben wird. Andererseits biegen sich die Seitenflächen zusammen und haften so fest aneinander, dass man sie nicht trennen kann, ohne das Papier zu zerreissen, und endlich wird dies Verfahren noch besonders erschwert, wenn die Blätter von grossem

Umfange sind. Man kann aber allen diesen Unbequemlichkeiten vorbeugen, wenn man sich der kleinen Holzklammern bedient (Fig. 61). Eine andere Anordnung zeigt Fig. 62.

Man bringt dieselben an zwei Ecken an, die auf derselben Seite liegen, um so zu verhüten, dass das Blatt sich aufrolle. Endlich drückt man an den unteren Theil des Blattes einen Streifen Löschpapier, welcher das Abtropfen befördert.

Das Jodiren des Papiers kann im Tageslichte vor sich gehen. Die jodirten Papiere halten sich ausgezeichnet gut, wenn man sie in eine wohlverschlossene Mappe legt. Sie bekommen zuweilen einen sehr starken violetten Ton, welcher vom Jod herrührt. Dies ist nämlich in

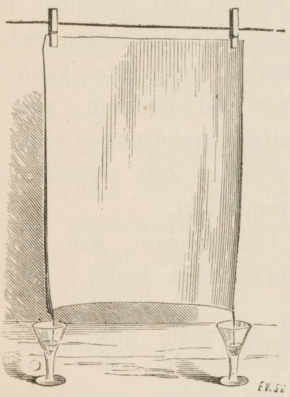


Fig. 61.

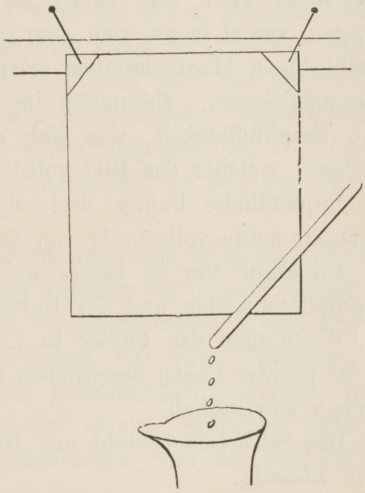


Fig. 62.

Abtropfen des gesalzenen Papiers.

den Jodirungsflüssigkeiten häufig in Ueberfluss vorhanden und bildet dann mit der Stärke des Papiers die blaue „Jodstärke".

Diese violette Färbung übt aber durchaus keinen nachtheiligen Einfluss aus, weil das Silber eine grössere Verwandtschaft zum Jod hat, als die Stärke. Daraus folgt, dass das Papier beim Eintauchen in das Silberbad diese Färbung sofort verliert, weil die Jodstärke sich in Jodsilber verwandelt.

Noch wollen wir die Aufmerksamkeit des Operateurs auf einige Einzelheiten richten, deren genaue Beobachtung von wesentlicher Bedeutung ist.

1. So oft man Papier in eine Jodirungsflüssigkeit taucht, muss man sorgfältig nachsehen, ob sich auch unter dem Blatte Blasen gebildet haben, weil dadurch Flecken entstehen, indem die Lösung auf diese

Stellen nicht einwirkt. Man kann dies zwar, wie oben angegeben, leicht vermeiden; wenn sie sich aber zufällig bilden sollten, muss man die Blasen durch Drücken mit einem Gldsrohr zu vertreiben suchen.

2. Endlich soll man das Papier, auch wenn es nicht gewachst ist, stets nur an den Rändern anfassen. Wenn das Wachspapier jodirt ist, genügt die geringste Berührung mit den Fingern oder einem anderen feuchten Körper, um dasselbe fleckig zu machen.

Empfindlichmachen des jodirten Papiers. Das Wachspapier bleibt mehrere Tage hindurch lichtempfindlich. Nichtsdestoweniger thut man besser, das Papier am Morgen empfindlich zu machen, es dann im Laufe des Tages zu verwenden und am Abend zu entwickeln. Auf diese Weise kann man sicher sein, dass unter zehn Aufnahmen neun gelingen, zumal wenn man eine gewisse Uebung in der Ausführung der verschiedenen Manipulationen erlangt hat, welche mit diesem Verfahren zusammenhängen. Besonders im Sommer verliert das Jodsilber leicht seine Empfindlichkeit, was sich durch einen sehr deutlichen Schleier offenbart, welcher das Bild vollständig verhüllt. Im Winter kann man das empfindliche Papier drei oder vier Tage aufbewahren, aber der Operateur sollte vollständig von dem Grundsatze durchdrungen sein, dass die Aufnahme um so besser gelingt, je weniger Zeit zwischen dem Empfindlichmachen und der Entwickelung verstreicht.

Wenn man das Papier in Kästen mit Chlorcalcium, wie sie oben für das positive Papier beschrieben wurden, aufbewahrt, bleibt es mehrere Wochen empfindlich.

Das Silberbad besteht aus 100 Th. Wasser, 6 Th. Silbernitrat und 6 Th. Eisessig.

Wenn man sich dessen bedienen will, giesst man so viel davon in eine Porzellanschale, dass die Flüssigkeit ungefähr 3 cm hoch steht, denn alle Bäder für Wachspapier müssen reichlich genommen werden.

Um das jodirte Papier empfindlich zu machen, ergreift man es an zwei gegenüberstehenden Ecken und indem man die Mitte an die Flüssigkeit legt, lässt man die Ecken gleichmässig niedersinken (Fig. 57) und taucht das Blatt endlich mit Hilfe eines Glasstabes vollständig unter. Wenn das Papier eine violette Färbung zeigen sollte, wird dieselbe nach und nach verschwinden und vollständig ins Weisse übergehen.

Man lässt gewöhnlich das Papier mindestens fünf Minuten in dieser Lösung untertauchen, und wenn das Blatt an die Oberfläche kommt, taucht man es sofort mit einem Glasstabe abermals unter.

Es ist ziemlich bedenklich, zwei Blätter zu gleicher Zeit in demselben Silberbade empfindlich zu machen, weil das Bild des oberen Papieres sich nach der Entwickelung auf dem unteren Blatte zeigt.

Dies erklärt sich dadurch, dass die Berührung der Papiere das Silbernitrat verhinderte, auf die ganze Oberfläche gleichmässig einzuwirken.

Nach dem Herausnehmen aus dem Silberbade und gehörigen Abtropfen wird das sensibilisirte Blatt in eine grosse Glas- oder Porzellanschale gelegt, die voll Regenwasser ist. Damit der Ueberschuss von Silbernitrat vollständig fortgeschafft werde, muss es wenigstens zehn Minuten darin verweilen. Dieses Waschen muss mit Sorgfalt geschehen; ja es ist sogar gut, dasselbe zu wiederholen.

Das gewaschene Blatt wird in ein Heft Löschpapier gelegt, um den Ueberschuss an Wasser zu entfernen. Man darf sich dabei aber niemals des schon gebrauchten Löschpapiers bedienen. Das noch feuchte, aber nicht mehr nasse Blatt wird nun auf einen weissen Bristolcarton gelegt. Man glättet die Ränder und klebt sie mit einer Lösung von Gummi arabicum auf den Carton. Dadurch wird das Papier beim Trocknen ausgespannt und bietet eine sehr glatte Fläche. Jedes empfindlich gemachte Blatt, welches auf diese Weise aufgeklebt ist, wird in der Aufbewahrungsmappe durch ein Blatt Löschpapier von dem vorhergehenden getrennt.

Was den Carton anbetrifft, so bedient man sich eines Bristolcartons von der Dicke eines Millimeters, dessen Umfang der innern Grösse der Cassette gleichkommt. Wenn man in vorgeschriebener Weise arbeitet, kann man sich derselben Cassetten bedienen, die beim Collodium-Verfahren gebraucht werden, während das gewöhnliche Verfahren, wobei man das Papier zwischen zwei Glasplatten bringt, besondere Cassetten verlangt. Hier mögen noch einige Andeutungen über das Empfindlichmachen folgen, welche von Nutzen sein können.

Das jodirte Papier nimmt bei jedem Eintauchen eine gewisse Silbermenge aus dem Bade weg. Um diese zu ersetzen, bereitet man sich eine concentrirte Lösung von Silbernitrat (5 Th. Wasser, 1 Th. Silbernitrat), wovon man jedesmal, so oft man zwanzig Blätter von 25 zu 32 cm sensibilisirt hat, 20 ccm zum Silberbade setzt.

Wenn das Silberbad sich färbt, kann man nach Le Gray 1 Procent seines Gewichtes von gepulvertem Beinschwarz hinzufügen, welches auch ohne Nachtheil in der Flasche liegen kann, die das Silberbad enthält.

Exposition in der Camera obscura. Wenn man das Papier nach Vorschrift bereitet hat, bringt man den Carton, auf dem das Blatt ausgespannt ist, in die Cassette der Camera. Von diesem Augenblicke an muss man das empfindliche Papier sorgfältig vor Licht schützen, sonst ist das Bild unwiderruflich verloren. Man muss so viele Cassetten haben, als man Negative aufnehmen will.

Die Cassetten sind ähnlich wie die im ersten Theil dieses Werkes (Heft 4, S. 387) beschriebenen; das Papier kann auch mittels Klebwachs auf Carton geklebt werden.

Diese Mappe wird in die Cassette gebracht, welche so eingerichtet ist, dass man das empfindliche Papier von der Umhüllung befreien und gegen die Glasplatte der Cassette drücken kann. Man braucht also nur eine einzige Cassette und ebenso viele Mappen zur Aufbewahrung der Papiere, als man Aufnahmen machen will.

Ueber die Expositionsdauer bei Wachspapieren lässt sich kaum etwas Genaueres angeben, eine ungefähre Andeutung muss deshalb genügen. Ein von der Sonne beschienener Gegenstand, der mit einem fachen Objectiv von 30 cm Brennweite und einer Blende von 1 cm aufgenommen wird, fordert etwa fünf Minuten.

Entwickelung des Bildes. Wenn man von landschaftlichen Aufnahmen heimkehrt, begibt man sich sofort in das Dunkelzimmer, wo man die Cassetten öffnet und die Papierblätter mit einem Federmesser, welches zwischen Papier und Carton eingeschoben wird, von dem Carton loslöst. Soll das Bild nicht sofort entwickelt werden, so legt man dasselbe in ein Heft Löschpapier, um es zu gelegener Zeit hervorzurufen.

Die erste Bedingung für eine gute Entwickelung des Bildes liegt in der richtigen Temperatur des Arbeitszimmers. Sie muss so gross sein, dass die Schalen ziemlich warm werden und etwa 20 oder 30 Grad C. haben. Im Winter sollte man also das Dunkelzimmer einige Stunden vorher heizen; es versteht sich von selbst, dass dies im Sommer überflüssig ist.

Wie bekannt, wird das Bild durch Gallussäure hervorgerufen. Leider hält sich diese Lösung aber nicht lange. Crookes suchte diesem Uebelstande abzuhelfen. Seine Methode liefert auch sehr gleichmässige Resultate. Um sie auszuführen, wägt man einerseits 200 g Gallussäure ab und misst andererseits 1 Liter absoluten Alkohol mit einer graduirten Mensur ab. Der Alkohol wird in ein verzinntes Kupfergefäss oder besser in einen Glasballon gegossen, welcher auf dem Sandbade erwärmt wird. Sobald der Alkohol warm ist, ohne jedoch zu kochen, wirft man die Gallussäure hinein. Dann filtrirt man in eine Flasche, worin sich 10 g Eisessig befinden. Sehr zweckmässig ist es, den Kork der Flasche, in welcher die Gallussäure-Lösung aufbewahrt ist, so zu durchbohren, dass man ein Saugröhrchen hindurchstecken kann (Fig. 63), in letzterem ist das Volumen von 4 ccm markirt, so dass man durch Ansaugen die nöthige Menge Flüssigkeit haben kann. Die concentrirte Lösung von Gallussäure lässt sich mehrere Monate hindurch aufbewahren.

Um das Bild zu entwickeln, giesst man in eine grosse Flasche 1 Liter gut filtrirtes Regenwasser, 4 ccm alkoholische Lösung von Gallussäure und 1 ccm der oben beschriebenen Silberlösung. Man schüttelt die Mischung und giesst sie in eine gut gereinigte Porzellanschale. Beiläufig gesagt, genügt 1 Liter Lösung, um ein Bild von 25:32 cm zu entwickeln.

Das eingetauchte Papier wird mit einer Glasröhre (Fig. 63) in der Flüssigkeit festgehalten. Nach Verlauf einer halben Stunde ist gewöhnlich das Bild entwickelt.

Beim Herausnehmen aus der Camera obscura ist der Himmel auf dem Papiere nur leicht angedeutet, sobald dasselbe aber einige Minuten in der Gallussäure-Lösung verweilt hat und bei durchgehendem Lichte betrachtet wird, sieht man, dass der Himmel stark hervortritt und die höchsten Lichter des Gegenstandes sich schon zeigen. Wenn man so den Verlauf der Operation verfolgt, kommt ein Augenblick, wo die Lichter wie die Schatten vollständig heraus sind. Dann muss man das Papier sofort in Wasser tauchen, um die weitere Einwirkung der Gallussäure zu hemmen.

Fig. 63. Flasche mit Saugrohr.

Während das Bild noch in der Gallussäure-Lösung liegt, sieht man dasselbe sich mit einem schmutzigen Niederschlag überziehen und endlich ganz schmutzig werden. Da dieser Fehler nur scheinbar ist, hat man keine weitere Rücksicht darauf zu nehmen.

Wenn die Exposition zu kurz war, entwickelt sich das Bild in dem Bade von Gallussäure nur dann, wenn man eine starke Dosis essigsaures Silbernitrat hinzufügt. Doch bleiben die Schatten ohne Kraft und das Negativ ist hart, d. h. das Positiv einer solchen Aufnahme zeigt allzu starke Contraste von Licht und Schatten. Wenn die Exposition viel zu kurz war, erscheint bloss ein matter Himmel, und der Zusatz von Silberlösung verstärkt kaum die stark beleuchteten Theile der Aufnahme.

Wenn die Exposition zu lang war, bleibt der Himmel durchsichtig und dem ganzen Negativ, welches einen rothen Ton zeigt, fehlt es an Kraft. Andererseits wird es durch Zusatz von essigsaurem Silbernitrat kaum verstärkt. Auf alle Fälle ist es also besser, zu kurz zu exponiren, als allzu lange.

Wenn aber die Exposition in der Camera obscura genügend war, ohne zu lang zu sein, entwickelt sich das Bild in weniger als einer Viertelstunde und erhält durch einen geringen Zusatz von Silbernitrat zur Gallussäure-Lösung eine aussordentliche Kraft. Der Himmel und die stark beleuchteten Theile des Gegenstandes erscheinen dann in einem

so dunkeln Schwarz, dass die Sonnenstrahlen diese Theile des Bildes nicht zu durchdringen vermögen. Auch die Details der Schattenpartien sind vollständig erschienen.

Ausser Eisenvitriol wurde auch Pyrogallol[1]) bei diesem Verfahren als Entwickler gebraucht, jedoch zog man den schwächeren Gallus-Entwickler in diesem Verfahren vor[2]). Die Wirkung der Gallussäure konnte durch Zusatz von essigsauren Salzen[3]) etc. erhöht, durch salpetersaure verzögert werden (vergl. dieses Heft S. 57).

Fixiren des Bildes. Nachdem man das hervorgerufene Bild gewaschen hat, lässt man dasselbe eine halbe Stunde in einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron liegen und wäscht es nach dem Herausnehmen, indem man dasselbe zwei bis drei Stunden in einem Zuber voll Wasser schwimmen lässt. Endlich wird das Bild in einem Heft Löschpapier getrocknet.

Das trockene Negativ hat ein ganz punktirtes Aussehen, welches noch viel stärker ist als dasjenige, welches sich bei dem Herausnehmen aus dem Jodirungsbade zeigte. Zur Wegschaffung desselben legt man das Papier zwischen zwei Blätter Löschpapier und fährt mit einem heissen Bügeleisen darüber her. Je weniger heiss dies Eisen ist, desto besser wird das Bild. Man kann das Eisen am besten erwärmen, indem man es auf eine oder zwei Minuten in kochendes Wasser taucht, wieder abwischt und dann auf das Negativ bringt, welches mit einem sehr dünnen Blatte Papier bedeckt ist. Das punktirte Aussehen, welches von dem mechanischen Durchdringen des Papiers vom Jodirungsbade herrührt, verschwindet dann, weil das geschmolzene Wachs sich gleichmässig in der Textur des Papiers verbreitet.

Es ereignet sich häufig, dass auf dem fertigen Bilde der Himmel allzu schwach hervortritt. Man kann dann mit etwas Tusche nachhelfen; sobald man aber mit dem Papier-Verfahren ein wenig vertraut geworden ist, wird man solcher Auskunftsmittel nicht mehr bedürfen.

Verstärkung der negativen Papierbilder. Dieselben können (selbst nach dem Wachsen) verstärkt werden, indem man sie in eine Goldlösung taucht[4]).

---

1) Z. B. nahm Hardy eine Lösung von Pyrogallol, Wasser und Camphersäure (Procédé Hardy, Nouvelle Methode etc. 1854. S. 31).

2) Hardwich, Manual d. phot. Chemie 1863. S. 252.

3) Z. B. Laborde's Recept: 2 Th. essigsaurer Kalk werden in 100 Th. gesättigter wässeriger Gallussäure gelöst.

4) Tillard (Nouveau procédé de phot. sur papier etc. 1854. S. 63) nimmt 1 Th. Sel d'or, 1200 Th. Wasser und 5 Th. Königswasser.

## III. Modificationen des Wachspapier-Processes.

St. Geoffray empfahl 1854 das Papier mit einer Lösung von Wachs in Alkohol (sogen. „Ceroleïn“ [1]), welcher Jodsalze zugesetzt waren, zu imprägniren, wodurch die Vertheilung gleichmässiger als mit geschmolzenem Wachs geschehen sollte.

Civiale benutzte 1861 dieses Verfahren. Später änderte er es und ersetzte das Wachs zum Transparentmachen von Negativpapier zum Theil durch Paraffin und legte derartige Bilder zuerst am 15. März 1861 der französischen photographischen Gesellschaft vor [2]). Da er mit diesem Verfahren viele Jahre (1859 bis 1868) arbeitete und ein grosses photographisches Werk über die Alpen [3]) damit illustrirte, so soll sein Verfahren in der untenstehenden Note kurz mitgetheilt werden [4]).

An Stelle des Wachses etc. wurden auch Harze benutzt. Talbot und Malone hatten schon am 19. Dec. 1849 ein Patent auf die Verwendung von gefirnisstem, mit jodkaliumhaltigem Eiweiss überzogenen Papier genommen. Besonders Le Gray [5]) und Newton [6]) machten hierüber Angaben [7]).

1) Cosmos. Bd. 6, S. 176. Horn's Phot. Journ. Bd. 3, S. 62. Zur Darstellung von Ceroleïn löst man 1 Th. weisses Wachs in 100 Th. Alkohol auf. Die Jodirung ist variabel. Z. B. nach Sutton 30 Vol. Ceroleïn und 1 Vol. gesättigter alkoholischer Jodkalium-Lösung. (Schnauss, Phot. Lexicon. 1864. S. 72.) — Durch das Trocknen mit Ceroleïn wird das Papier nicht völlig durchsichtig; deshalb muss nach Beendigung aller Operationen wieder gewachst werden.

2) Bull. Soc. franç. Bd. 7, S. 85. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5, S. 18.

3) Phot. Corresp. 1882. S. 128. Das Werk enthält 600 Eiezel-Ansichten und 31 Panoramen.

4) Die erste ausführlichere Mittheilung über sein Verfahren machte Civiale im Jahre 1861 (Phot. News. Bd. 4, S. 62. Kreutzer's Zeitschrift f. Phot. 1861. Bd. 4, S. 81). Die spätere Modification beschrieb er in A. Chévalier's Werk: L'edutiant photographe. 1867. S. 140. — Hier folgt der Auszug: Paraffin allein macht (wegen der Neigung zu krystallisiren) oft Störungen. Deshalb wird „Papier saxe“ mit einem Gemisch von 1 Th. ungebleichtem Wachs und 4 Th. Paraffin getränkt: Als Jodbad dient: 34 g *JK*, 3 g *BrK*, 0,2 g Jod, gelöst in 300 g Wasser und 700 g Alkohol; hierauf werden 2 bis 3 Tropfen Brom und einige Gramm Paraffin-Wachs zugesetzt, um die Lösung damit zu sättigen. Das Papier wird 2 bis 3 Stunden eingetaucht. Silberbad: 1000 Th. Wasser, 67 Th. Silbernitrat, 35 Th. Eisessig, 1 Th. Bariumnitrat, 15 Th. gewaschener Caolin. Es ist gut in zwei Silberbädern zu silbern, wovon das zweite immer frisch ist. Hierauf wird gewaschen, getrocknet und wie bei Blanquart's Verfahren entwickelt.

5) Le Gray, La Photographie. 1852. S. 134. Er benutzte eine Lösung von Jod-, Cyan-, Fluorkalium, Campher, Schellack in Alkohol.

6) Repertory of Patent Inventions. Aug. 1850. S. 97. Dingler's Journ. Bd. 117. S. 458.

7) Aelteres Verfahren Newton's: Papier wird getaucht in eine Lösung von 300 Th. Alkohol, 0,8 Th. Jodkalium, 1 Th. Jodammonium, 2 Th. Jodcadmium, 48 Th.

Tillard imprägnirte Papier mit einer Lösung von Wachs in Terpentinöl, welcher er Jod und Campher zusetzte; nach dem Trocknen wurde gesilbert [1]).

### IV. Process für alkalische Pyro- oder Eisenoxalat-Entwickler.

Greenlaw's Process (S. 129) kann für den alkalischen oder Oxalat-Entwickler modificirt werden. — Man ändert nach Abney [2]) das Verhältniss vom Brom- zum Jodsalz und nimmt 3 Th. Jodkalium, 10 Th. Bromkalium und 200 Th. Wasser (nebst etwas Jodtinctur). Gesilbert wird auf demselben Bade. Das Papier wird hierauf entweder bloss mit Wasser gewaschen und getrocknet oder nach dem Waschen noch in eine Kochsalzlösung (1:50) zehn Minuten lang getaucht und nochmals gewaschen. Exposition 3mal so lange als für eine nasse Collodionplatte. Entwickelt wird mit dem gewöhnlichen Eisenoxalat- oder Pyro-Entwickler mit Bromkalium-Zusatz wie für Gelatine-Emulsions-Platten. Man kann den Entwickler auch mittels des Pinsels aufstreichen (Fig. 52).

### V. Anwendung des Calotyp-Processes zu Vergrösserungen.

Die erste Anwendung des Calotyp-Processes zur Herstellung von Vergrösserungen machte Talbot [3]) im Jahre 1843. Er erwähnte in seiner Patent-Beschreibung, dass man nach einem kleinen Calotyp-Positiv mittels Linsen ein vergrössertes Papier-Negativ erhalten könne, welches in der gewöhnlichen Weise copirt wird.

Dies war der Anfang zu der Vergrösserungs-Photographie, welche in einem späteren Capitel eingehend behandelt werden wird.

---

Benzoë-Harz. Das getrocknete Papier wird durch zehn Minuten gesilbert (1 Th. Silbernitrat, 12 Th. Wasser, 2 Th. Essigsäure), gewaschen etc. (Phot. Archiv. 1864. S. 237.) — Neues Verfahren: Man zieht Papier durch eine Lösung von 1 Th. Guajac-Harz in 15 Th. Alkohol. Das getrocknete Papier (welches im Finstern aufbewahrt wird!) badet man in: 10 Th. Jodcadmium, 4 Th. Bromcadmium, 480 Th. Wasser; Trocknen; Silbern: 1 Th. Silbernitrat, 12 Th. Wasser, etwas Salpetersäure; Waschen in Wasser, dann in verdünnter Kochsalz-Lösung (1:240), wieder in Wasser; schliesslich (als Präservativ) Baden in Tannin-Lösung (1:48) durch drei Minuten Entwickelung: $1^1/_2$ Th. Pyrogallol, 3 Th. Gallussäure, 480 Th. Wasser nebst Essigsäure und Silberlösung. Nach dem Fixiren werden die trockenen Blätter mit gleichen Theilen Mohnöl und Mastixfirniss transparent gemacht (Phot. Archiv. 1867. S. 219).

1) Tillard, Nouveau procédé de photographie. 1854. S. 30 und 36. — Er nahm 600 Th. Wachs-Terpentinöl-Lösung (1:40), setzte 3 Th. Jod und 2 Th. Campher zu und tauchte das Papier durch einige Minuten ein. Nach dem Trocknen folgte das gewöhnliche Silberbad. Es konnte nass oder trocken exponirt werden.

2) Abney's Instruction in Photography. 1882. S. 170.

3) Englisches Patent vom 1. Juni 1843. Abridgements of Specification of Patents relating to Phot. 1861. S. 9.

## VI. Papier-Negative für Vergrösserungen und Reproduction von Matrizen ohne Entwickelung.

Der ursprüngliche Plan Talbot's, Chlorsilberpapier so lange zu exponiren, bis ein kräftiges Bild entstanden ist (ohne Entwickelung) und von diesen Papier-Negativen Positive in analoger Weise zu copiren, fand später noch practische Anwendung in der Vergrösserungs-Photographie.

Man stellt nämlich von einem kleinen Negativ in der Camera ein vergrössertes Diapositiv auf Glas dar [z. B. mittels des nassen Collodion-Verfahrens[1])] und copirt nach diesem Diapositiv auf gewöhnlichem Albuminpapier ein Negativ im Copirrahmen. Damit das Bild kräftig wird, ist es gut, das Albuminpapier ganz ins Silberbad unterzutauchen, statt es schwimmen zu lassen. Es wird kräftig copirt und ohne zu vergolden fixirt. Nach diesen Papier-Negativen wird das Positiv copirt[2]).

Brooks benutzte denselben Process, wenn von einem Negativ eine sehr grosse Anzahl Copien in derselben Grösse erforderlich ist. Er stellt ein Pigment-Diapositiv und danach durch blosses Copiren auf Albuminpapier ein Papier-Negativ her[3]).

## VII. Negativ-Papier mit Collodion überzogen.

Die Zerbrechlichkeit der Glasplatten bewog manche reisende Photographen, zum Papiere zurückzugreifen. Der Negativ-Process wurde aber den Verbesserungen im negativen Collodion-Verfahren angepasst.

Crawford klebte gewöhnliches Papier über eine Platte[4]). Geoffray legte das zuvor mit Guttapercha-Lösung (in Benzin) imprägnirte Papier auf eine mit Glycerin bestrichene Glasplatte; beide überzogen das Papier dann mit Collodion, silberten etc., wie eine nasse Collodionplatte und lösten es hierauf ab. Schliesslich wurde das Bild gewachst[5]).

1) Brooks entwickelt die Diapositive auf gewöhnlichem nassen Negativ-Collodion. Statt des Eisenvitriol-Entwicklers zieht er zu diesem Zwecke vor: 6 Th. Pyro, 2 Th. Citronensäure, 6 Th. Eisessig, 960 Th. Wasser und etwas Alkohol (Phot. News. 1875. S. 307).

2) Dieser Process ist im Year-Book of Phot. for 1872 S. 110 beschrieben. 1875 empfahl ihn nochmals Blanchard warm (Phot. News. 1875. S. 186). Brooks bemerkt hierzu, dass die Papier-Negative für ein oder zwei Copien nicht gewachst zu werden brauchen. Wohl aber für eine grössere Anzahl letzterer. Er wachst dann mit einer Mischung von 3 Th. Japan-Wachs und 1 Th. Paraffin (Phot. News. 1875. S. 307).

3) Phot. News. 1876. S. 549.

4) Journ. phot. Soc. London 1854. Nov. Cosmos. Bd. 5, S. 603. Dingler's Journ. Bd. 132, S. 317.

5) Lumière. 1856. S. 53. Horn's Phot. Journ. Bd. 6, S. 44 und 54. Kreutzer's Jahrber. d. Phot. 1856. S. 20.

Henry Corbin legte der französischen Gesellschaft der Photographie in der Sitzung am 15. April 1858 Negative auf collodionirtem Papier vor, welche wohl noch zu wünschen übrig liessen, aber dennoch recht hübsch waren[1]).

Marion[2]) u. A. überzogen gewachstes Papier mit trockenem Collodion und Sandtner liess ein eigenthümliches Verfahren hierzu patentiren[3]).

Laoureux überträgt die Collodionschicht vom Papier auf Gelatine, um das Korn des Papiers gänzlich zu vermeiden. Er nimmt gewachstes Papier, reibt es mit Talk ein, trägt Collodion auf, und präparirt nach den bekannten Methoden für Bad-Trockenplatten. Die wie gewöhnlich fertig gemachten und fixirten Negative werden noch feucht auf eine schwach erwärmte horizontale Glasplatte gelegt und eine Gelatine-Lösung (20 Th. Gelatine, 100 Th. Wasser, 2 bis 4 Th. Glycerin) aufgegossen. Nach dem Erstarren und Trocknen lässt sich die Collodionschicht leicht sammt der Gelatineschicht vom Papier abheben[4]).

## VIII. Papier mit Gelatine-Emulsion überzogen.

In den letzten Jahren hat Bromsilbergelatine-Papier, welches mit Hervorrufung in ähnlicher Weise, wie Trockenplatten, entwickelt wird, eine hohe Bedeutung für die practische Photographie erlangt und zwar insbesondere für Vergrösserungen und zum raschen Copiren. Solches Papier wird in grossen Mengen fabriksmässig erzeugt (s. Photographie mit Bromsilbergelatine, Bd. III dieses Werkes).

Negativ-Papier mit Gelatine-Emulsion wird gegenwärtig nicht mehr verwendet, weil es durch structurlose „Films“ aus Collodion oder Celluloïd ersetzt wurde.

---

1) Cosmos. 1858 I, S. 460.

2) Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1863. S. 93. — Marion nahm 100 Th. Aether. 100 Th. Ceroleïn (s. S. 143), 1 Th. Pyroxylin, 2,0 Th. *JK*, 0,05 Th. *BrK*, nebst Jodcyan,

3) Deutsches Reichs-Patent No. 5977 vom 3. Januar 1879. „Die als Unterlage des Papiernegativs dienenden Glasplatten werden mit einem Ueberzug von weissem Wachs etc. überzogen und mit einem über die Ränder etwas hervorragenden feuchten Papier überspannt. Die Ränder des Papieres werden mit Stärke festgeklebt. Nachdem das Papier trocken geworden, bringt man die Platte in einen 60 bis 65 Grad C. warmen Ofen, in dem das Wachs schmilzt und das Papier gleichmässig durchzieht. Das überflüssige Wachs verreibt man mit einem Lappen und entfernt die Luftblasen. Die Ränder werden mit Schellackfirniss überzogen. Auf diese Weise entsteht ein wasser- und luftdichter Collodion-Träger . . .“

4) Bull. de l'Assoc. Belge de Phot. 1878. Bd. 4, S. 109. Phot. News. 1878. S. 317.

## ZEHNTES CAPITEL.

# DIE NIEPÇOTYPIE ODER PHOTOGRAPHIE AUF EIWEISS ETC.

Literatur:

Martin's Handbuch der Photographie. 1851; 1852; 1854; 1857. — Barreswil et Davanne, Chimie photographique. 2. Aufl. 1858; 3. Aufl. 1861. — Barreswil und Davanne, Handbuch der practischen Photographie-Chemie. 1863. — Le Gray, Traité pratique de photographie sur verre etc. 1850; 2. Aufl. 1854. — Belloc, Les quatres branches de photographie. 1855. — Belloc, Compendium des quatre branches de la photographie. 1858. — Burgeos, Photograph manual. 1864. — Chevalier, Photographie sur papier sec., glaces, albuminés etc. 1857. — Couppier, Traité pratique de photographie sur verre. 1852. — Duboscq, Règles pratiques de la photographie sur plaque, albumine etc. 1853. — Halleur, Die Kunst der Photographie. 1853. — Heinlein, Photographicon. 1864. — Hockin, Practical treatise on the photographic processes of glass etc. 1855. — Hunt, Photography. 1854; 1857. — Krüger, Vademecum des Photographen. 1856. — La Blanchère, L'art du photographe. 1859. — Latreille, Manuel de photographie. 1856. — Legros, Encyclopédie de la photographie. 1856. — Monckhoven, Vollständiges Handbuch der Photographie. 1864. — Niepce de Saint Victor, Recherches photographiques. 1855. — Robiquet, Manuel de photographie sur collodion et albumine. 1859. — Valicourt, Manuel de photographie. 1851; 1862.

Die Kunst, Bilder auf Glas zu erzeugen, war von Niepce de St. Victor im Jahre 1847 bekannt gemacht worden[1]). Ihm zu Ehren wurde diese Methode „Niepçotypie" genannt, obschon die Bezeichnung „Glasbilder" sich bald mehr einbürgerte; Halleur[2]) schlug die Benennung „Vitrotypie" vor, welche sich aber nicht Eingang verschaffte.

Dadurch, dass das Papier durch das völlig transparente Glas ersetzt wurde, erhielt man weitaus schönere Negativ-Matrizen.

1) Compt. rend. Oct. 1847. Bd. 25, S. 586 und Bd. 26, S. 637. Dingler's Journ. Bd. 107, S. 58 und Bd. 109, S. 48. Jahrber. f. Chemie. 1848. S. 232.

2) Halleur, Die Kunst der Photographie. 1853.

Hier soll nur die Photographie auf Eiweiss und Gelatine beschrieben werden. Die Collodion-Photographie sowie die Gelatine-Emulsionen erfordern eine specielle eingehende Behandlung.

## I. Allgemeines über die Photographie auf Stärke, Eiweiss, Leim etc.

Anfangs versuchte Niepce Stärkekleister[1]), erkannte aber dann, dass Eiweiss[2]) vorzuziehen sei; auch Gelatine hatte er versucht[1]). Durch Zusatz von Honig, Syrup oder Molke zum Albumin erzielte er später grössere Empfindlichkeit[3]). De Brébisson setzte dem Eiweiss Dextrin[4]), Groll Gummi arabicum[5]) zu.

Auch Zucker, Melasse, Milchzucker, Quittenkernschleim, Leinsamen, Eibisch etc. zum Albumin gesetzt machen es poröser[6]); Martens fügte Milchzucker zu[7]). Sutton nahm ein Gemisch von Eiweiss, Hausenblase, Zucker und Dextrin[8]).

Mogford[9]) löste Weizenkleber in Alkohol und jodirte wie Collodion (Zusatz von etwas Essigsäure). Auch Caseïn in Ammoniak gelöst ist empfohlen worden[10]).

1849 beschrieb Blanquart-Evrard dasselbe Verfahren wie Niepce mit geringen Modificationen[11]) und machte aufmerksam, dass die Albu-

---

1) Niepce nahm 5 g Stärke, 100 g Wasser, 0,35 g *JK* gelöst in 5 g Wasser; das Ganze wurde gekocht und Glasplatten überzogen. Nach dem Trocknen wurde in essig-salpetersaurer Silberlösung gesilbert und wie beim Talbotyp-Verfahren vorgegangen. — Das Stärke-Verfahren wurde 1830 von A. Martin ausführlich beschrieben (Dingler's Journ. Bd. 117, S. 238 und 318; auch Martin's Handb. d. Phot. 1852. S. 159).

2) Geschlagenes Hühnereiweiss mit Jodkalium. Im Silberbad coagulirt die Schicht und haftet fest.

3) Compt. rend. Bd. 31, S. 345. Auch Martin's Handb. d. Phot. 1852. S. 175.

4) Valicourt, Nouveau Manuel complet de phetogr. 1851. S. 309.

5) Martin's Handb. d. Phot. 1854. S. 207; aus Sitzungsber. d. Wiener Acad. d. Wissensch.

6) Molard, Martin's Handb. d. Phot. 1854. S. 230.

7) Compt. rend. 1855. Bd. 41, S. 903. Cosmos. Bd. 7, S. 625. Dingler's Journ. Bd. 139, S. 121.

8) Journ. Phot. Soc. Bd. 2, S. 137. Lumière. 1855. S. 54. Kreutzer's Jahrber. f. Phot. 1855. S. 24.

9) Journ. Phot. Soc. London. 1855. Bd. 2, S. 64. Auch Cosmos. Horn's Phot. Journ. Bd. 3, S. 17.

10) Halleur, Die Kunst der Photographie. 1853. S. 95.

11) Compt. rend. Bd. 29, S. 215. Annal. Chem. und Pharmac. Bd. 72, S. 179. Dingler's Journ. Bd. 114, S. 123. — Andere Modificationen s. Blanquart-Evrard's „Traité de photogr. 1851".

minplatten sowohl trocken als nass verwendet werden können. Le Moyne ersetzte die Gallussäure, womit Niepce seine Eiweissplatten entwickelt hatte, durch Eisenvitriol[1]). Le Gray[2]) benutzte entweder Eisenvitriol oder Pyrogallol und bemerkte, dass der Albuminprocess anfangs der fünfziger Jahre schon eine grosse Anwendung für positive Glasstereoskopen fand (vergl. S. 161).

Als Beschleuniger kann zum Gallussäure-Entwickler essigsaurer Kalk zugesetzt werden[3]) [Analogie mit der Talbotypie].

Saurer Pyro-Entwickler wirkt schneller als Gallus-Entwickler[4]) [darüber vergl. S. 56]; auch der alkalische Pyro-Entwickler kann Anwendung finden.

Talbot[5]) modificirte 1851 das Eiweiss-Verfahren. Er machte es so empfindlich, dass er ein Bild einer rotirenden durch den elektrischen Funken momentan beleuchteten Scheibe aufnehmen konnte. Sein Verfahren bestand darin, dass er eine Platte zuvor mit einer Albuminschicht überzog, in ein schwaches Silberbad tauchte, eine zweite Albuminschicht auftrug und diese mit Eisenjodür sensibilisirte und hierauf in ein stärkeres Silberbad tauchte. Die so erhaltenen Bilder waren in der Durchsicht negativ, in der Daraufsicht positiv. Deshalb nannte er den Process „Amphityp-Bilder".

Die Herstellung von Negativen auf Gelatine hatte Niepce nicht weiter versucht, weil sich die Schicht im essig-salpetersauren Silberbade ablöste. Poitevin beschrieb am 27. Mai 1850 eine Methode mittels Leim Glasbilder herzustellen[6]), welche er später

---

1) Compt. rend. Bd. 37, S. 305.

2) Le Gray, Photographie. 1854. S. 117. — Er nahm 100 Th. Eiweiss und 2 Th. *JK*; Silberbad: 30 Th. Wasser, 3 Th. Silbernitrat, 5 Th. Essigsäure: Entwickler: 200 Th. Wasser, 1 Th. Pyrogallol, 20 Th. Essigsäure.

3) Rocot, Liverpool Phot. Journ. 1857. S. 128. Humphrey's Journ. 1857. S. 155. Kreutzer's Jahrber. Photogr. 1857. S. 87. — Er nahm: 400 Th. Wasser, 7 Th. Gallussäure, 3 Th. essigsauren Kalk. — Vergl. auch Note 3 S. 142 und Note 1 S. 161.

4) Ross, Phot. Notes. 1857. S. 46. Humphrey's Phot. Journ. Bd. 8, S. 378. Kreutzer's Jahrber. f. Phot. 1857. S. 85.

5) Englisches Patent vom 12. Juni 1851. Abridgements of Specific. Patents. 1869. S. 14. Martin's Handb. d. Phot. 1857. S. 259.

6) Er überzog eine Glasplatte mit 6procentiger Gelatine-Lösung, tauchte nach dem Erkalten in eine Silberacetat-Lösung und trocknete die Platte vollkommen, während sie vor Licht geschützt ist. Wenn sie gebraucht werden soll, wurde sie zuvor Joddämpfen ausgesetzt, wie eine Daguerreotypplatte; alsdann liess er noch einige Zeit verstreichen, um der Platte Zeit zu lassen noch etwas empfindlicher zu werden und brachte sie dann, die Rückseite mit einem sehwarzen Tuch belegt, in die Kammer. Die Empfindlichkeit war viermal geringer, als bei einer Jodbrom-Dapuerreotypplatte. Um das Bild sichtbar zu machen, wurde sie von Poitevin durch 1 bis $1^1/_2$ Stunden

modificirte[1]). Auch Hadow gab im Mai 1854 eine Modification der Methode an[2]).

Weeger setzte der Jodkalium-Leimlösung etwas Silberlösung zu, jedoch nur so viel, als sich im überschüssigen Jodkalium löste[3]) und sensibilisirte dann im Silberbad.

Die Gelatine-Bilder können, wie Poitevin schon angab, durch Anpressen auf Papier (in feuchtem Zustande) und Trocknen vom Glase auf das Papier übertragen werden.

## II. Practische Ausführung der Photographie auf Albumin.

Unter den photographischen Verfahren ist das Albuminverfahren, obschon es der Theorie nach von ausserordentlicher Einfachheit ist, doch in der Praxis eins der schwierigsten. Es ist kaum glaublich, welche Vorsichtsmassregeln man nehmen muss, um eine staubfreie Albuminschicht zu erlangen. Eine Menge von Apparaten sind zu diesem Zwecke vorgeschlagen worden.

Von der anderen Seite bietet das Albuminverfahren unbestreitbare Vorzüge vor andern ähnlichen Verfahren, zumal, wenn es sich um Gegenstände handelt, bei denen Feinheit eine unerlässliche Bedingung ist, wie dies z. B. der Fall sein wird bei stereoskopischen Aufnahmen und gewissen wissenschaftlichen Verwendungen der Photographie. Die albuminirten Glasplatten zeigen sehr geringe Empfindlichkeit, obschon sie empfindlicher sind als das Wachspapier; jedoch sind Bilder auf Eiweiss von ausserordentlicher Zartheit. In neuerer Zeit ist das Verfahren durch das Emulsionsverfahren verdrängt worden. Jedoch erzeugt man noch immer Glas-Diapositive danach, wenn auch die Mehrzahl mittels des Pigmentprocesses hergestellt wird.

---

in eine $^1/_{10}$procentige Gallussäure- oder Eisenvitriol-Lösung getaucht. Fixirt wurde mit Fixirnatron. (Compt. rend. Bd. 33, S. 647. Jahrber. Chem. 1850. S. 196; ausführlich: Poitevin, Traité des impressions. 1883. S. 53.)

1) Mittheilung vom 30. Juni an die franz. Academie. Compt. rend. Bd. 32, S. 927. Poitevin's Traité. 1883. S. 55. Martin's Handb. d. Phot. 1854. S. 245. — 1 g Leim, 30 g Wasser, 15 Tropfen gesättigter Jodkalium-Lösung und etwas Jod werden auf Glas aufgetragen. Nach dem Erstarren wird bei einer Daguerreotypplatte im Jodkasten Joddämpfen ausgesetzt, durch 10 Secunden in einer 6 bis 10procentigen Silbernitrat-Lösung gesilbert und nass exponirt. Exposition für Porträte mit Voigtländer-Objectiv 1 bis $1^1/_2$ Minute. Entwickelung: $^1/_2$procentige Gallussäure-Lösung. — Zusatz von Gummi arabicum zum Leim macht empfindlicher.

2) Journ. Phot. Soc. Lond. Mai 1854. Brit. Journ. 1881. S. 157. Er löste 10 Th. Jodammonium in 520 Th. Wasser, gab 26 Th. Gelatine zu. Die getrockneten Schichten wurden im Silberbad (3:48) sensibilisirt und mit Weinsäure-haltiger Eisenvitriol-Lösung entwickelt.

3) Martin's Handb. d. Phot. 1854. S. 209.

Reinigen der Gläser. Die vollkommene Reinigung der Gläser ist von ausserordentlicher Wichtigkeit. Wir haben schon im Ergänzungsbande (Atelier und Laboratorium des Photographen, 1893, S. 125) diese Operation beschrieben und wollen hier nur eine Bemerkung hinzufügen, die sich auf schon gebrauchte albuminirte Glasplatten bezieht. Wie man weiss, ist es ausserordentlich schwierig, das Albumin fortzuschaffen, und nur durch energische Lösungsmittel gelangt man zum Ziele. Unter diesen ziehen wir folgende Lösung vor:

Wasser . . . . . 100 g,
Aetzkali . . . . . 20 g.

Man muss Sorge tragen, diese Flüssigkeit in einer Flasche, die mit einem Korkstöpsel und nicht mit eingeschliffenem Glasstöpsel verschlossen ist, aufzubewahren. Das Aetzkali geht an der Luft in kohlensaures Kali über.

Um sich dieser Lösung zu bedienen, giesst man sie in eine Glasschale, in welcher man die Glasplatte fünf Minuten verweilen lässt. Das Albumin ist dann leicht fortzuschaffen. Man spült mit viel Wasser nach.

Bereitung des Albumins. Um das Albumin in der Photographie verwenden zu können, muss man es einer vorangehenden Behandlung unterwerfen. Man verschafft sich sehr frische Hühnereier, zerschlägt sie ungefähr in der Mitte und sammelt das Eiweiss vollständig. Dies Eiweiss wird in eine Suppenschüssel von glasirtem Steingut gebracht und nachdem es mit Chlornatrium oder Jodkalium versetzt ist, durch zusammengebundene Ruthen aus Holz oder Eisenfäden (Fig. 64) vollständig zu einem Schnee geschlagen. Das Eiweiss kann auch mittels kleiner Maschinen geschlagen werden. Noton's Eiweissschläger zeigt Fig. 64a. Er wird mittels einer Drehscheibe bewegt[1]).

Dies Eiweiss hält sich ziemlich gut im Winter, aber im Sommer geht es leicht in Fäulniss über; deshalb muss man es nur wenige Tage im Voraus bereiten. Wenn man dem Albumin Ammoniak oder Phosphorsäure oder Essigsäure zusetzt, wird es mehr dünnflüssig, sodass es leicht durch Papierfilter hindurch geht (s. Apparat Fig. 65).

Das Albumin kann auch durch einen Trichter filtrirt werden, welcher mit einem Stück Schwamm oder Wolle leicht verstopft ist. Um Schaum zu vermeiden reicht der Trichterhals bis auf den Boden (Fig. 66). Fig. 67 zeigt einen Glastrichter, welcher kugelförmig erweitert ist und Baumwolle aufnimmt. Das Becherglas ist mittels Brettchen schief gestellt, so dass die Flüssigkeit an der Wandung hinabfliesst.

1) Brit. Journ. Phot. Bd. 7, S. 337. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5, S. 131.

Herstellung der jodirten Albuminlösung. Hierzu dienen mannigfaltige Vorschriften: Monckhoven[1]) nimmt 1000 Th. geschlagenes

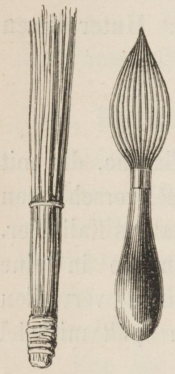


Fig. 64.
Ruthen zum Eiweiss-schlagen.

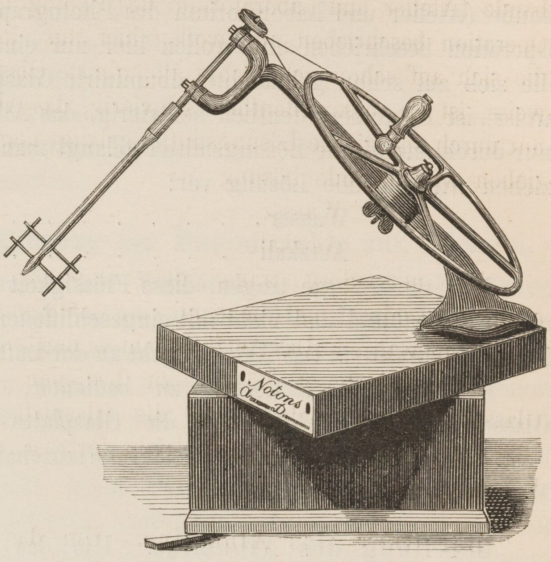


Fig. 64a. Eiweissschläger.

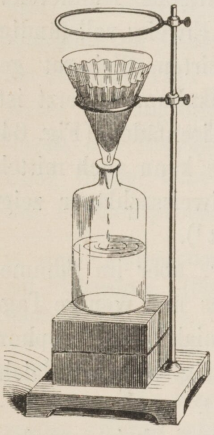


Fig. 65.

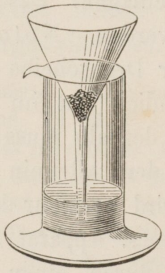


Fig. 66.
Filtrir-Apparate.

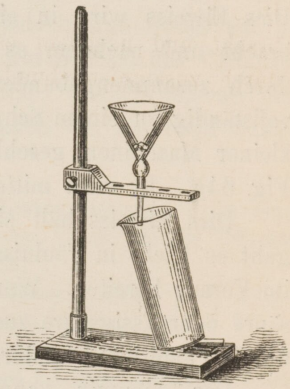


Fig. 67.

Albumin, 10 Th. Jodkalium und $^1/_2$ Th. Jod. Das Jodkalium wird in einigen Tropfen Wasser gelöst, dann das Jod zugefügt, worauf beides zum Albumin gegeben und dieses geschlagen wird, wie

1) Monckhoven's Handb. d. Phot. 1864. S. 144.

vorhin angegeben[1]). Andere Vorschriften sind in untenstehender Note gegeben[2]).

Die Ausbreitung des Albumins auf der Glasplatte ist sehr schwierig. Eine gute Methode ist folgende: Zuerst haucht man die Glasplatte an[3]), dann giesst man Albumin auf und lässt den Ueberfluss in ein anderes Glas laufen. Wenn man die Theile der Glasplatte, welche nicht mit Albumin bedeckt sind, anhaucht, wird die Ausbreitung desselben befördert.

Es ist gut sich beim Ueberziehen einer Saugpipette zu bedienen (Fig. 68). Man gibt der Platte eine Neigung von höchstens 10 Grad, legt sie auf ein Blatt weisses Papier und führt die mit Eiweisslösung gefüllte Pipette von links nach rechts und zurück über die Platte. Schliesslich breitet man das Albumin mittels eines Glasstabes aus und saugt den am unteren Ende gesammelten Ueberschuss von Albumin mittels einer anderen Pipette auf (Davanne[4]).

Beim Filtriren und Giessen müssen Luftblasen sorgfältig vermieden werden. Fig. 69 zeigt einen von James Archer angewendeten Eiweiss-Giessapparat. Der Schwamm wird in die Biegung hinabgestossen. Die Flüssigkeit, welche in die offene Kugel gegossen wird, steigt durch denselben in der geraden Röhre in die Höhe. Auf diese Art vermeidet man alle Luftblasen.

---

1) Monckhoven's Handb. d. Phot. 1864. S. 144.

2) Barreswil und Davanne (Phot. Chem. 1863. S. 256) No. I. — Couppier (Traité de Photographie sur verre. 1852. S. 18) No. II. — Cash mischte die unter No. III genannten Bestandtheile und schlug sie dann zu Schnee (Phot. Notes. 1857. S. 8. Kreutzer's Jahrber. 1857. S. 88). — Coale gab das Recept No. IV. (Humphrey's Phot. Journ. 1857. S. 33. Kreutzer's Jahrber. 1857. S. 94). — Sutton [Schnauss, Phot. Lexicon. 1864. S. 11] fügte auf je 150 g seiner unter No. V mitgetheilten Mischung 1 Tropfen Ammoniak zu. — Eine neuere Vorschrift ist im Moniteur de la Phot. 1876 (auch Phot. Corresp. 1876. S. 59. Phot. News. 1875. S. 117) gegeben. Die Mischung No. VI wird zu Schnee geschlagen, 24 Stunden stehen gelassen, filtrirt und die damit überzogenen und getrockneten Platten gesilbert.

| | No. I. | No. II. | No. III. | No. IV. | No. V. | No. VI. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Eiweiss . . . . | 100 | 100 | 150 | 480 | 480 | 125 Th. |
| Jodkalium . . . | 10 | 1 | 3,5 | $22^1/_2$ | 6 | 4,3 „ |
| Bromkalium . . | — | — | — | $3^3/_4$ | — | 1 „ |
| Chlornatrium . . | — | — | — | 1 | — | 0,3 „ |
| Wasser . . . . | — | 25 | 24 | — | 60 | — „ |
| Zucker . . . . | — | — | 3,5 | — | — | — „ |
| Honig . . . . | — | — | — | 50 | — | 110 „ |

3) Aehnlich wirkt Aussetzen an Wasserdampf (Ross, Cosmos. 1855. S. 546. Dingler's Journ. 1855. S. 267. Kreutzer's Jahrber. Phot. 1857. S. 85).

4) Barreswil und Davanne, Phot. Chemie. 1863. S. 253.

Einen anderen practischen Apparat, um Eiweiss bei Vermeidung von Schaum und Luftblasen filtriren und auf die Platte giessen zu

Fig. 68. Saugpipette.

Fig. 69.

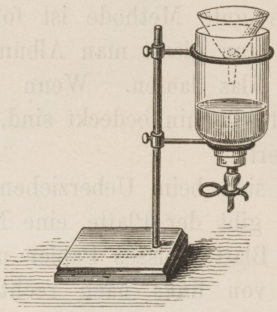


Fig. 70.

Eiweiss-Giessapparate.

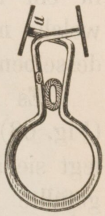


Fig. 71. Quetschhahn.

können, zeigt Fig. 70[1]). Eine Glasflasche mit abgesprengtem Boden wird umgekehrt in einen Halter gestellt. Der Hals ist mit einem durchbohrten Kork verschlossen, welcher eine Glasröhre enthält. Ueber die Glasröhre ist ein Kautschukschlauch geschoben, welcher mittels eines Quetschhahnes geöffnet und geschlossen werden kann. In die Flasche ragt ein Glastrichter, der einen Schwamm enthält. Durch diesen wird die Eiweisslösung filtrirt. Durch Oeffnen des Quetschhahnes lässt man soviel Lösung als nöthig abfliessen. Die Einrichtung des Quetschhahnes zeigt Fig. 71.

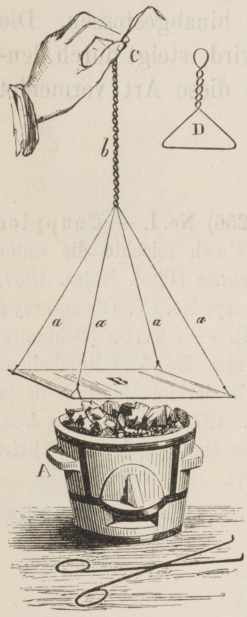



Fig. 72. Ueberziehen mit Albumin.

Die so erlangte Schicht ist wohl ziemlich gleichmässig. Noch egaler wird sie, wenn man die Glasplatte $B$ an den vier Seidenfäden $a$ (Fig. 72), die mit Haken $D$ versehen sind, befestigt. Durch Zusammendrehen der Fäden entsteht beim Loslassen eine sehr rasche, rotirende Bewegung. Man trocknet endlich auf einer Eisenplatte, die durch einen Ofen geheizt wird. Diese Platte ist in unserer Figur weggelassen.

Die Centrifugalkraft macht die Schicht gleichförmig und weil diese während der Drehung trocknet, spart man die zum Trocknen an der Luft erforderliche Zeit; nur steht allerdings zu befürchten, dass der Staub sich an der Glasplatte festsetzt, bevor die Schicht trocken geworden

1) Yearbook of Photography for 1879. S. 79.

ist. Statt der Seidenfäden kann man sich auch des in Fig. 73 dargestellten Drehgestelles[1]) bedienen, welches zwar den Vortheil einer

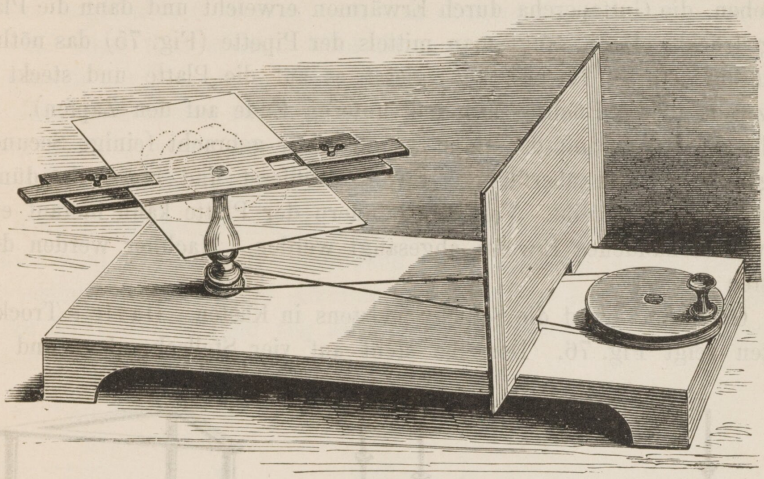


Fig. 73. Drehgestell zum Albuminiren der Glasplatten.

leichteren Handhabung bietet, aber ein Abnehmen der Glasplatte vom Drehbrette erfordert, um dieselbe zu trocknen.

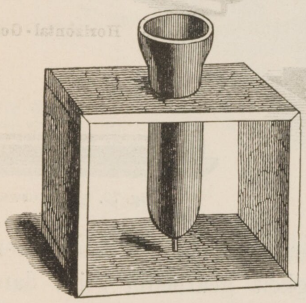


Fig. 74.

Fig. 75.
Apparate für das Albuminiren der Glasplatten.

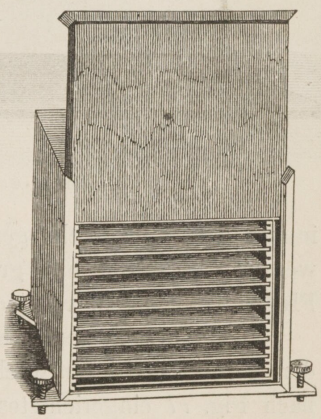


Fig. 76. Davie's Trockenkasten.

Davie[2]) benutzte einen rotirenden Cylinder (Fig. 74), um eine gleichmässige Schicht herzustellen. Eine Holzwelle ist oben ringförmig ausgehöhlt; sie lässt sich drehen und hat eine Stütze in der Holzleiste

1) S. Monckhoven's Handb. d. Phot. 1864. S. 146. — Schon Couppier hatte die Centrifugalkraft zur Regulirung der Eiweisschicht angewendet (Traité pratique de Phot. 1852. S. 25).

2) Kreutzer's Jahrber. f. Phot. 1857. S. 96; aus Snelling's Phot. Journ.

und einem Zapfen am Boden. Am oberen Ring ist etwas Guttapercha durch Erwärmung befestigt. Die Welle wird beim Gebrauch herausgehoben, die Guttapercha durch Erwärmen erweicht und dann die Platte aufgedrückt. Dann saugt man mittels der Pipette (Fig. 75) das nöthige Quantum jodirtes Eiweiss auf, giesst es auf die Platte und steckt die Holzwelle in die Büchse (mit dem unteren Ende auf den Zapfen). Die Welle wird dann mit der Hand zum Drehen gebracht (einige Secunden lang), wobei das überflüssige Eiweiss abfliesst und bloss ein dünnes Häutchen zurückbleibt. Von den Rändern der Platte kann hierauf etwa zu viel vorhandenes Eiweiss abgesaugt werden. Nachher werden diese Platten getrocknet.

Getrocknet wird die Schicht meistens in Kästen. Davie's Trockenkasten zeigt Fig. 76. Derselbe steht auf vier Stellschrauben und soll

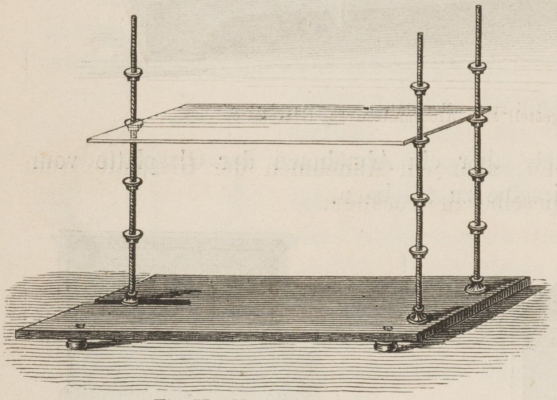


Fig. 77. Horizontal-Gestelle.

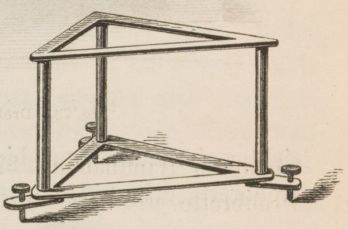


Fig. 78. Horizontal-Gestelle.

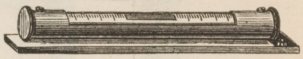


Fig. 79. Wasserwage.

immer genau wagrecht gerichtet werden, bevor die Platten überzogen werden. Er muss mit grosser Genauigkeit gearbeitet sein, damit die Platten vollkommen wagrecht stehen [1]).

Diese geschlossenen Kästen sind insofern unzweckmässig, weil sie den nothwendigen Luftwechsel beschränken. Bessere Dienste leistet ein nach Fig. 77 eingerichtetes Gestell [2]) oder ein nach Fig. 78 construirter Dreifuss, auf welchem die Platte horizontal gerichtet ist. Auf das Horizontalgestelle (Fig. 78) wird eine Wasserwage (Fig. 79) gelegt und durch Drehen der Schrauben die Horizontalstellung bewirkt. Es ist zweckmässig, den Trockenkasten mit einem Schornstein in Verbindung zu setzen, wodurch ein Luftzug entsteht, welcher das Trocknen beschleunigt (Fig. 80).

1) Kreutzer's Jahrber. f. Phot. 1857. S. 97; aus Snelling's Phot. Journ. 1857. S. 27.
2) Nach Barreswill und Davanne, Photograph. Chemie. 1863. S. 255.

Um mit Erfolg zu arbeiten, müssen die Mauern des Zimmers, worin man arbeitet, mit Oelfarbe angestrichen sein und einige Stunden im Voraus angefeuchtet werden, um das Aufwirbeln von Staub zu vermeiden. Man thut deshalb wohl daran, sich für das Albuminiren der Glasplatten ein besonderes Zimmer zu reserviren.

Die so bereiteten albuminirten Glasplatten werden in einen Plattenkasten gestellt, worin man sie beliebig lange aufbewahren kann. Vergl. dieses Heft Fig. 83 *mn* und I. Theil, 5. Heft, Fig. 583 und 584.

Das Empfindlichmachen der Glasplatte. Am Tage der Exposition wird die Glasplatte empfindlich gemacht, indem man die alkalische Jodverbindung, welche im Albumin gelöst ist, in Jodsilber verwandelt. Hierzu dient eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd, die folgendermassen bereitet wird.

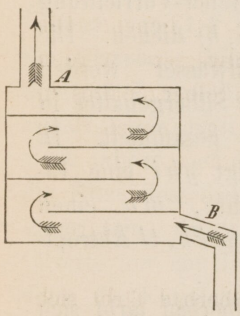



Fig. 80.
Trockenkasten mit Luftzug.

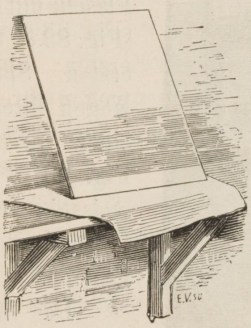


Fig. 81. Abtropfen der Platte.

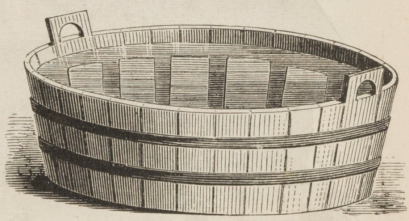


Fig. 82. Waschen der Platte.

| | Monckhoven[1]) | Davanne[2]) |
|---|---|---|
| Wasser . . . . . | 100 g, | 100 g, |
| Krystallisirtes Silbernitrat . | 6 g, | 10 g, |
| Eisessigsäure . . . . . | 12 g, | 10 g. |

Man sättigt diese Lösung mit Jodsilber, indem man eine mit jodirtem Eiweiss überzogene Glasplatte eine Nacht darin stehen lässt.

Die filtrirte Lösung von salpetersaurem Silberoxyd wird in eine Glascüvette gegossen und das Glas vermittelst eines gläsernen Hakens ohne Anhalten eingetaucht (vergl. Ergänzungsband „Atelier und Laboratorium des Photographen“ S. 135).

Die früher durchscheinende Albuminschicht zeigt jetzt eine matte, weisse Farbe. Gewöhnlich lässt man die Platte nur 10 Secunden bis zu einer Minute im Silberbade, nach dem Herausnehmen wird sie sorgfältig abgewaschen und dann im Dunkeln getrocknet, indem man sie

1) Monckhoven's Handb. d. Phot. 1864. S. 146.
2) Barreswil und Davanne, Phot. Chemie. 1863. S. 255.

an eine Mauer lehnt (Fig. 81) oder, besser noch, auf ein Gestell für Glasplatten bringt (vergl. Ergänzungsband a. a. O.).

Manchmal erhält die ganze Fläche des Bildes ein punktirtes Aussehen. Um dies zu vermeiden, muss das Waschen der Glasplatte mit grösserer Sorgfalt ausgeführt werden, damit die letzten Spuren von Silbernitrat entfernt werden, welche sonst in Verbindung mit dem Jodsilber einen krystallinischen Niederschlag veranlassen.

Am besten ist es, die Glasplatte zuerst mit der Spritzflasche oder unter einem Wasserhahn abzuwaschen, und sie dann mehrere Stunden in einem Zuber voll Wasser stehen zu lassen (Fig. 82).

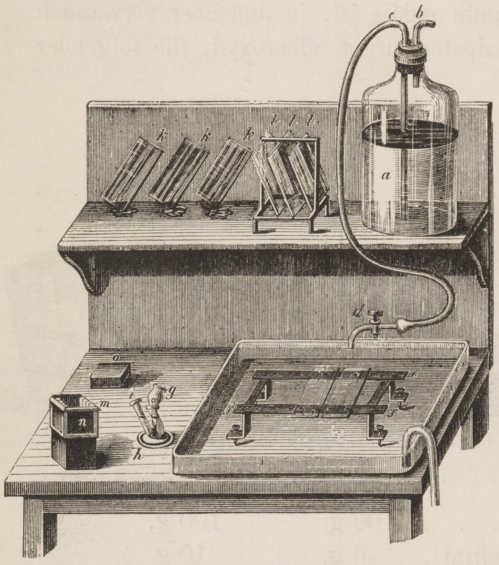


Fig. 83. Flasche mit Heber-Vorrichtung.

Zum Abspülen kann bei Ermangelung einer Wasserleitung auch sehr gut eine Flasche mit Heber-Vorrichtung (Fig. 83 *a*, *c*, *b*) dienen. Die ersten Spülwässer werden wegen ihres Silbergehaltes in einer Tasse gesammelt. In Fig. 83 zeigt *ghi* eine Eiweissgiessröhre, *mn* einen Plattenkasten, *kk*, *ll* Abtropfgestelle.

Das Silberbad färbt sich nach und nach gelb, wenn es längere Zeit im Gebrauche ist. Man kann diese Farbe mit Hilfe von Caolin entfernen, wie Bayard angegeben hat, oder mit Chlorsilber, wie Davanne angab, aber wenn man den Ueberschuss des Silberbades durch Abwaschen in Regenwasser entfernt, übt die gelbe Färbung keinen schädlichen Einfluss aus. Die empfindlich gemachten und gewaschenen Glasplatten halten sich mehrere Tage, ja sogar einige Monate; doch ist es besser, sie am Abend vorher oder am Morgen des Tages, an dem man sie zu verwenden gedenkt, empfindlich zu machen und dann das Bild am Abend zu entwickeln. Die empfindlich gemachte Glasplatte wird in die Cassette gebracht und exponirt. Die Exposition dauert ziemlich lange und lässt sich nicht genau bestimmen. Sie war ausreichend, wenn die Schatten gut herausgekommen sind; dauerte aber zu lange, wenn es dem Negativ an Kraft fehlt und war zu kurz, wenn die Lichter allein wiedergegeben sind.

Die Entwickelung. Die Entwickelung des latenten Bildes kann man entweder unmittelbar nach der Exposition oder mehrere Tage später vornehmen [1]).

Man kann in verschiedener Weise entwickeln:

a) Man übergiesst die Bildfläche mit einer concentrirten Lösung von Gallussäure in Wasser, giesst diese wieder ab, sobald das Bild erscheint und bringt eine neue Lösung darauf, die ein wenig Silberlösung (ohne Essigsäure) enthält. Die Entwickelung ist in $^1/_2$ bis 2 Stunden, bei kürzerer Exposition erst in 12 bis 15 Stunden beendigt [2]).

b) Andere [3]) setzten gleich zu Beginn der Entwickelung zu 30 ccm einer Gallussäure-Lösung (1:80) 10 Tropfen einer Silberlösung (1:100).

c) Monckhoven [4]) empfiehlt folgenden complicirteren Weg: In eine Glascüvette giesst man eine in der Wärme gemachte und filtrirte Lösung von 1 g Gallussäure in einem halben Liter Wasser und stellt die Glasplatte hinein. Die Cüvette wird dann in ein Sandbad von 50 Grad C. gestellt, eine Temperatur, welche man sehr leicht dadurch erzielt, dass man den gut getrockneten Sand in einem Trockenofen stark erhitzt und dann mit kaltem Sande mischt, bis man mit der Hand die Hitze desselben leicht ertragen kann. Dies Sandbad muss ziemlich gross sein, damit es sich sehr langsam abkühle. Man braucht die Cüvette nur zur Hälfte hineinzustellen; an der andern Hälfte kann man dann die Entwickelung bequem beobachten. Wenn die Glasplatte hinreichend im Sandbade verweilt hat, ist die Albuminschicht weiss geworden, wovon man sich überzeugen kann, wenn man sie an den Rändern mit einem Federmesser abschabt. Dieses Resultat wird manchmal früher, manchmal später erreicht, in den meisten Fällen genügen aber zwei bis drei Stunden.

Nach dem Herausnehmen aus diesem Bade wird die Glasplatte zwei bis drei Minuten an die Luft gebracht. Es zeigt sich nur ein schwaches Bild. Sie wird nun in eine andere Glascüvette gestellt, die nicht erwärmt wird, aber vorher mit der grössten Sorgfalt gereinigt wurde. Diese enthält eine in der Kälte gemachte Lösung von Gallussäure, der man 5 oder 6 Tropfen eines eigens für diesen Zweck bereiteten negativen Silberbades zusetzt.

---

1) Smith, Bull. Soc. franç. 1856. S. 232. Humphrey's Journ. Bd. 8, S. 25. Kreutzer's Jahrber. Phot. 1856. S. 109.

2) Barreswil und Davanne, Phot. Chemie. 1863. S. 256.

3) Richards, Phot. News. Bd 5, S. 67. Kreutzer's Zeitschr. Phot. 1861. Bd. 3, S. 157.

4) Monckhoven's Handb. d. Phot. 1864. S. 147.

In diesem Bade entwickelt sich das Bild sehr rasch. Wenn es fast ganz hervorgetreten ist, kann man demselben die höchste Kraft geben, indem man zur Gallussäure 7 bis 8 ccm des Silberbades von S. 157 giesst. Um eine rasche Mischung zu erzielen, muss man die Glasplatte mit dem Haken schnell heben und senken, sonst schlägt sich leicht Silbermohr auf der Schicht nieder. Diese mohrartigen Reductionen (Fig. 84) lassen sich aber ziemlich leicht mit einem Baumwollenbäuschchen wegschaffen. Sie kommen übrigens sehr häufig vor.

d) Um schneller zu entwickeln, wenden Manche warme Gallussäure-Lösung an[1]). Es kann auch Pyrogallol verwendet werden. Richards[2]), Whipple[3]) u. A. empfehlen: $1^1/_2$ Th. Pyro, 1 Th. Citronensäure, 480 Th. Wasser und einige Tropfen Silberlösung (1:100). Die Entwickelung ist dann in 10 bis 30 Minuten beendigt. Die Bilder mit Pyrogallol zeigen eine violettrothe Farbe; die mit Gallussäure einen kastanienbraunen oder warmen Purpurton. Uebrigens wird die Farbe durch die Präparation der Eiweisslösung modificirt; Eiweiss, Jodnatrium und etwas Aetzkali gibt eine Rauchfarbe; Eiweiss, Ochsengalle, Jodammonium und etwas Bromkalium die Farbe von gebrannter Sienna[4]).

Fig. 84.
Flecken auf Eiweissplatten.

Wenn die Entwickelung eine genügende ist, wird die Glasplatte gewaschen, mit unterschwefligsaurem Natron fixirt und in vielem Wasser abgespült.

Das Aussehen eines Albuminnegativs unterscheidet sich zuweilen von dem eines Negativs auf Wachspapier oder auf Collodion. Man glaubt oft, dass ein Albuminnegativ nicht kräftig genug wäre, um gute Abdrücke zu geben, aber beim Abzug der Papierpositive kommt man bald von diesem Irrthume zurück. Wenn die Entwickelung gut ausgeführt wurde, hat das Bild eine bedeutende Kraft, nur muss der Himmel im Allgemeinen mit honiggelber Farbe oder Gummigutt verstärkt (retouchirt) werden.

Das Bild auf Albumin scheint nicht aus reinem Silber zu bestehen. Das Licht wirkt hier nicht allein auf Jodsilber, sondern auch auf Silber-Albuminat. Deshalb ist das Bild schon beim Herausnehmen aus der

---

1) Ferrier (Brit. Journ. Phot. Bd. 8, S. 143. Kreutzer's Zeitschr. Phot. 1861. Bd. 4, S. 112). — Cramb (Phot. News. Bd. 5, S. 293. Kreutzer's Zeitschr. 1861. Bd. 4, S. 127).

2) Phot. News. 1861. Bd. 5, S. 67. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. Bd. 3, S. 157.

3) Phot. News. Bd. 5, S. 87. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1863. Bd. 4, S. 10.

4) Maddox, Brit. Journ. Bd 8, S. 336. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. 1862. Bd. 5, S. 58.

Camera obscura sichtbar. Das belichtete Albuminat kann, ebenso wie das Jodsilber, durch Gallussäure entwickelt werden. Daraus geht hervor, dass das Albuminverfahren in theoretischer Hinsicht vollständig vom Collodiumverfahren abweicht.

Das Abziehen stereoskopischer Bilder auf Glas geschieht wie gewöhnlich, um aber dem fertigen Bilde einen angenehmen Ton zu geben, taucht man dasselbe zuerst in eine sehr verdünnte Lösung von Quecksilberchlorid und dann, nach gehörigem Abspülen in eine Lösung des Goldsalzes von Fordos und Gélis, worin dasselbe einen sehr angenehmen Sepiaton erhält. Das Goldchlorid gibt, wenn es in verdünnter Lösung nach dem Fixiren verwendet wird, purpurfarbene Töne.

Es liegt auf der Hand, dass man beim Copiren eines Negativs auf Albumin die albuminirte Fläche auf das Häutchen des Negativs bringen muss. Hierbei muss man aber sehr vorsichtig sein, damit die Oberflächen nicht verletzt werden. Man copirt am besten im vollen Sonnenscheine; eine bis zehn Secunden genügen für einen sehr kräftigen Abdruck. Diese Bilder werden gewöhnlich mit einem matten Glase bedeckt oder besser, man firnisst sie mit sogenanntem Mattlack.

## III. Verwendung des Eiweissprocesses zur Herstellung von Diapositiven.

Gegenwärtig wird der Albuminprocess nur noch zur Herstellung von Glasdiapositiven verwendet. Vorschriften hierzu sind mehrfach veröffentlicht. Schon Niepce hatte in seiner ersten Abhandlung (1847) aufmerksam gemacht, dass mittels des Eiweissprocesses hübsche Diapositive auf Opalglas gemacht werden können. Auf Legray's Methode wurde schon auf S. 150 hingewiesen. Ferrier's transparente Glas-Stereoskopbilder erregten wegen ihrer Schönheit anfangs der sechziger Jahre Aufsehen[1]) und noch heute werden viele solche Bilder erzeugt. Obschon wir noch später auf diese Bilder zurückkommen werden, so geben wir dennoch in untenstehenden Notizen einige Angaben, wie man Diapositive

1) S. Phot. Archiv. 1864. S. 9. Ferrier soll folgende Methode anwenden (Phot. Archiv. 1864. S. 9. Phot. News. 1878. S. 560): Man schlägt 500 ccm Eiweiss, 6 g Jodkalium und $^1/_4$ g Jod zu Schnee, lässt 24 Stunden stehen und filtrirt. Platten-Ueberziehen wie auf S. 154 beschrieben. Silberbad: 10 Th. Silbernitrat, 10 Th. Eisessig, 100 Th. Wasser; 1 Minute silbern. Waschen mit Wasser; trocknen. Exposition im Copirrahmen bei zerstreutem Tageslicht einige Secunden. Entwickler: 500 Th. Wasser, 8 Th. Gallussäure, 4 Th. essigsaurer Kalk und etwas Silberlösung. Getont wird entweder in Chlorgold (Purpurton) oder zuerst in einer schwachen Sublimat-Lösung, auf welche das Chlorgoldbad folgt (schöner Sepiaton) fixirt vor oder nach dem Vergolden. — Ferner s. Ferrier's Method of Working the Collodio-Albumin-Process (Yearbook of Phot. for 1868).

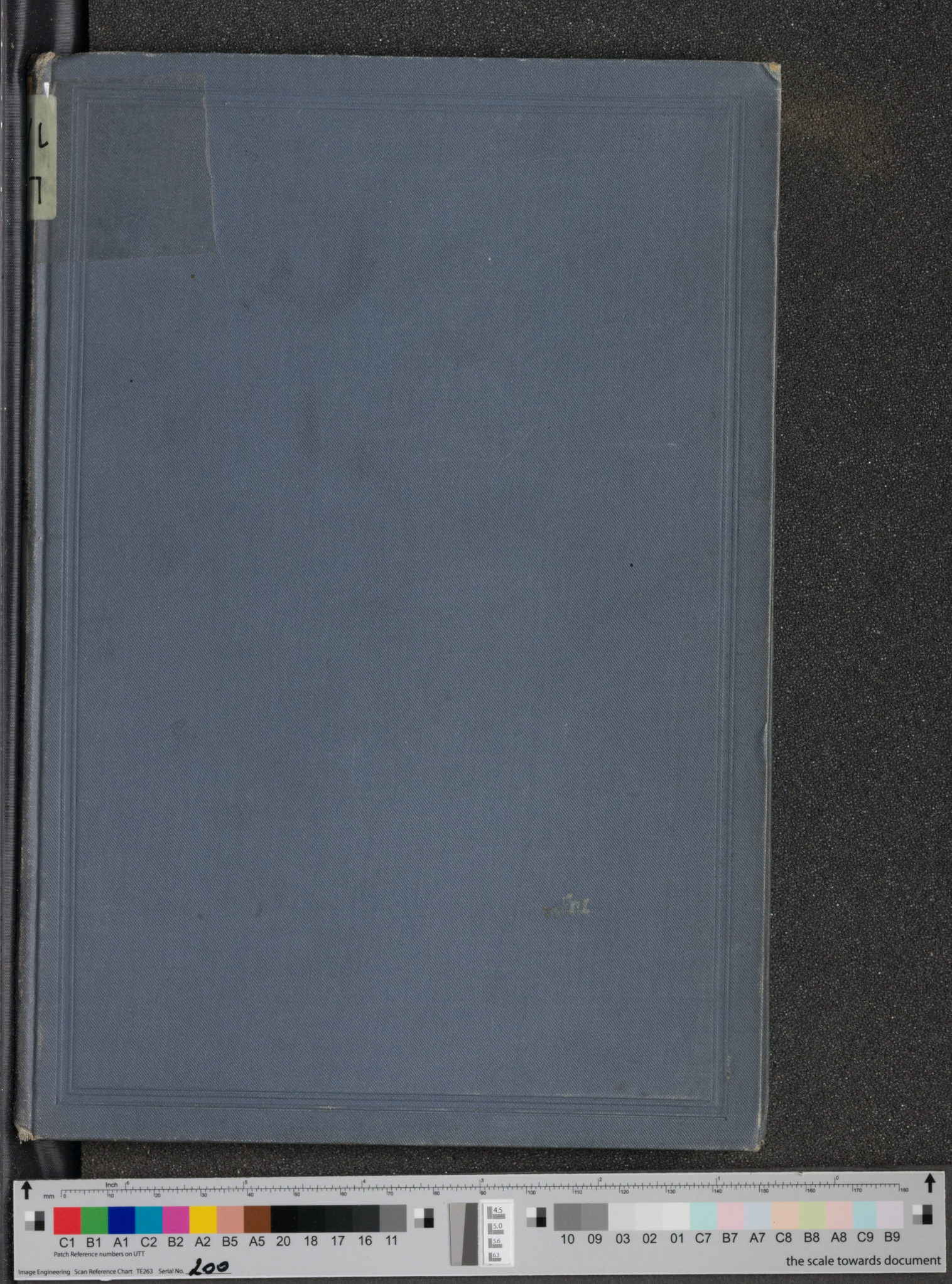
zum Zwecke der Reproduction von Negativen oder deren Vergrösserung oder für Stereoskopen darstellt[1]). Andere Details wurden schon mitgetheilt.

---

1) Willis (Phot. News. 17. Nov. 1872). — Carbutt (Phot. News. 1873. S. 329) empfiehlt folgende Modification: 240 g Eiweiss, 24 Tropfen Eisessig, 30 g Wasser werden gut untereinander gerührt, nach einer Stunde durch Musselin gegossen und 3 bis 4 g starkes Ammoniak zugesetzt. Er überzieht die Glasplatten zuerst mit einer verdünnten Albuminlösung (1 Th. der vorigen und 16 Th. Wasser); wenn trocken, wird jodirtes oder nicht jodirtes Collodion aufgetragen, nach dem Erstarren in Wasser gelegt und dann das jodirte Albumin (960 Th. obiges Eiweiss, 10 Th. Jodammonium, 4 Th. Bromammonium, 2 Th. Chlorammonium, 6 Th. Zucker gelöst in 60 Th. Wasser und filtrirt) aufgegossen; dasselbe lässt man abtropfen und trocknet. Silberbad wie das nach Ferrier (Note S. 161). Die gesilberte gewaschene Platte wird in eine Chlorammonium-Lösung (1:50) getaucht, gewaschen, eine Gallussäure-Lösung (3:480) darübergegossen und getrocknet. Exposition im Copirrahmen 10 bis 20 Secunden oder 4 bis 30 cm Magnesiumband in 40 bis 50 cm Entfernung abgebrannt. Entwickler: 25 Th. Pyro, 10 Th. Citronensäure, 520 Th. Essigsäure, 4300 Th. Wasser und etwas Silberlösung (kann warm angewendet werden). Fixiren und im Goldbad tonen. — Diese Platten können auch alkalisch (mit Pyro, Ammon und Bromkalium) entwickelt werden.

3.–
1.–

K.F.K. B.S.



EDER
PHOTOGRAPHIE

II

f
17